



L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMITATO DIRETTIVO: † A. BARBAGELATA - † A. DALLA VERDE - M. SEMENZA - G. SOMEDA**DIREZIONE:** DIRETTORE: † A. BARBAGELATA - CONDIRETTORE E REDATTORE CAPO: R. SAN NICOLÒ**COMITATO DI REDAZIONE:** A. M. ANGELINI - F. BAROZZI - E. GATTI - R. SARTORI - G. SILVA**AMMINISTRAZIONE:** UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I. - MILANO - VIA SAN PAOLO, 10 - TEL. 794-794 e 798-897 - C/C POSTALE 3/1189

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI. - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI ALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI. - GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGnano LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGnano L'A.E.I. - I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO. AI SOCI DELL'A.E.I. UN ABBONAMENTO GRATIS. - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE: GRUPPO 3°. - PUBBLICAZIONE MENSILE

SOMMARIO

PARTE PRIMA

Articoli:

- La Centrale termoelettrica di Tavazzano II della Società STEI Reti di commutazione costituite con circuiti a soglia (L. DADDA) Pag. 534
Dieci anni di esercizio con bobina di estinzione su una rete elettrica a media tensione (G. RONCORONI) » 547
Analisi frequenziale di un bipolo mediante diagrammi circolari (G. FIORIO) » 558

Rubriche varie:

- Lettere alla Redazione » 563
Notizie e Informazioni » 563

- La nostra industria Pag. 567
Libri e Pubblicazioni » 570
Dalle Riviste » 572

Notizie dell'Associazione:

- Notizie delle Sezioni: Sezione di Napoli, Sezione Veneta . . . » 577
Comitato Elettrotecnico Italiano » 578
Necrologi: Dr. Ing. Enrico Macstranzi - Ing. Girolamo Maglione » 580

PARTE SECONDA

- Sunti e Sommari Pag. 105D

I progressi della tecnica e le centrali termoelettriche

Malgrado la febbrile attività di studi, di ricerche e anche di applicazioni, nel campo della energia nucleare e indipendentemente da quelle che possono essere le prospettive e le possibilità future di questa nuova fonte nel quadro generale della economia energetica, è ben chiaro nella mente di tutti i tecnici, anche dopo qualche sporadica euforica incertezza iniziale, che le centrali elettriche di tipo classico, idraulico e termico, hanno ancora una fondamentale importanza e la conserveranno per molti anni ancora.

Ben giustificata dunque, non soltanto dalle necessità immediate ma anche dalle previsioni di un futuro abbastanza lontano, è la intensa attività costruttiva di nuovi impianti alla quale le nostre Società elettriche, al pari di quelle degli altri Paesi, si dedicano. E giustificato è anche, di conseguenza, il continuo lavoro di studio e di ricerca per migliorare il rendimento complessivo di questi impianti, specialmente se destinati ad un esercizio di base.

Mentre si annunciano progressi sensazionali per quanto riguarda le condizioni iniziali del vapore, per le quali si raggiungeranno, in impianti già in costruzione, valori di pressione e di temperatura nettamente superiori ai massimi finora usati, d'altra parte prosegue lo studio degli accorgimenti per il perfezionamento dei singoli elementi di impianto che concorrono a determinare il rendimento del complesso.

Ogni nuova centrale che viene aperta all'esercizio segna un passo avanti rispetto alle precedenti. Ne abbiamo un esempio nella centrale termoelettrica di Tavazzano II della quale pubblichiamo oggi un'ampia descrizione. Questo impianto, sorto accanto a quello inaugurato meno di 10 anni or sono e che costituì allora una delle più brillanti affermazioni in questo ramo della tecnica, si presenta sotto parecchi aspetti superiore ad esso, non soltanto per la potenza unitaria del nuovo gruppo installato, ma anche per le particolarità delle installazioni e del ciclo termico.

È così stato possibile realizzare un consumo specifico netto decisamente inferiore a quello della centrale Tavazzano I.

Circuiti a soglia e loro impiego

Nell'articolo che oggi pubblichiamo L. DADDA prende a considerare una particolare classe di circuiti che sono

stati recentemente introdotti nello studio della costituzione delle reti di commutazione impiegate nella tecnica delle calcolatrici elettroniche e in altre applicazioni.

Lo studio, dal punto di vista generale, di questi circuiti, detti a soglia, porta l'Autore a interessanti conclusioni circa le possibilità di utilizzazione di essi per la sintesi di reti di commutazione combinatorie e per la sintesi di funzioni simmetriche.

A proposito di bobine di estinzione

L'impiego delle così dette bobine di estinzione per la messa a terra del neutro ha fatto oggetto di numerosissime pubblicazioni nella letteratura tecnica internazionale.

Per i tecnici delle linee elettriche, più ancora che gli studi teorici ed i risultati sperimentali, hanno importanza i dati riguardanti il comportamento effettivo di tali dispositivi in normale servizio su linee in esercizio.

Siamo perciò lieti di presentare ai nostri lettori una relazione di G. RONCORONI sui risultati ottenuti, in una grande rete nazionale a media tensione, con l'installazione di una bobina di estinzione, in servizio per un periodo di dieci anni.

Studio di circuiti

Se gli studi di carattere teorico giovano spesso alla tecnica, avviene non di rado che problemi di carattere tecnico diano la spinta a studi di carattere teorico di singolare interesse. È il caso del circuito illustrato da G. FIORIO, nato appunto da un problema tecnico, e che presenta interessanti particolarità.

Comitato Elettrotecnico Italiano

Sono stati messi ultimamente in circolazione parecchi fascicoli di Norme e di Progetti, e precisamente:

— Norme per le macchine elettriche ruotanti a tensione costante per saldatura ad arco - Norme per le macchine elettriche ruotanti autoregolatrici per saldatura ad arco - Norme per i trasformatori a tensione costante per saldatura ad arco - Norme per la definizione e determinazione delle grandezze caratteristiche delle macchine sincrone trifasi - Norme per gli impianti elettrici degli ascensori e dei montacarichi.

— Progetti di Norme per materiali stratificati in lastre a base di resine termoindurenti - Progetto di Norme generali per i fusibili a tensione non superiore a 1000 V.

LA REDAZIONE

LA CENTRALE TERMoeLETTRICA DI TAVAZZANO II^A DELLA SOCIETÀ STEI

Descrizione degli impianti della centrale con accenno ai criteri seguiti nella progettazione per la scelta delle caratteristiche e della disposizione del macchinario principale.

La Centrale di Tavazzano II è ubicata accanto a quella preesistente di Tavazzano I.

Il progetto è stato sviluppato per due unità generatrici, di cui la prima da 140 MW è già stata realizzata.

Sono citati alla fine i risultati del primo anno di esercizio.

CRITERI GENERALI DI PROGETTO.

Nel 1956 la STEI, in considerazione della crescente richiesta di energia nella zona di Milano, decise di costruire una nuova centrale accanto a quella già esistente di Tavazzano, beneficiando così delle medesime condizioni topografiche favorevoli, che hanno permesso la vantaggiosa realizzazione e gli ottimi risultati di esercizio dei primi due gruppi generatori da 65 MW, quali la vicinanza dei più importanti centri di consumo lombardi, di numerose linee elettriche ad alta tensione, dei pozzi metaniferi di Cornigliano e Caviaga ed infine del canale Muzza, che assicura l'acqua per i condensatori a bassa temperatura (fig. 1).

Il progetto fu sviluppato dalla STEI con la consulenza del Settore Energia della società Montecatini, prevedendo la installazione di due nuove grandi unità di cui la prima

da 140 MW elettrici è già stata realizzata ed è entrata in esercizio regolare nell'estate del 1959.

Allo scopo di ridurre i costi totali di impianto e di conferire maggiore organicità al complesso, varie opere sono state previste comuni alla unità futura.

La scelta della potenza unitaria cadde su 140 MW, valore più che doppio di quello dei gruppi installati negli anni 1951-52 nella prima centrale, che per quei tempi rappresentavano la potenza limite. Quest'aumento della potenza unitaria è stato reso possibile perchè sono aumentate le potenze installate delle reti elettriche italiane e si sono allargate le interconnessioni, così da permettere l'esercizio senza difficoltà con gruppi di potenzialità anche maggiore. Inoltre i progressi tecnici nella costruzione del grande macchinario hanno consentito di elevare notevolmente il limite massimo di potenza, conseguendo una diminuzione del costo per kW installato, delle spese di esercizio, ed un miglioramento nel rendimento totale dell'impianto.

In previsione di una utilizzazione del gruppo per servizio di base con elevato coefficiente di utilizzazione, i criteri di progetto mirarono al raggiungimento di rendimenti elevati. In particolare nella scelta del ciclo termodinamico si ravvisò la convenienza ad adottare caratteristiche di vapore corrispondenti al limite d'impiego degli acciai ferritici, senza entrare nel campo d'impiego degli acciai austenitici, sia per il loro elevato costo, sia per il

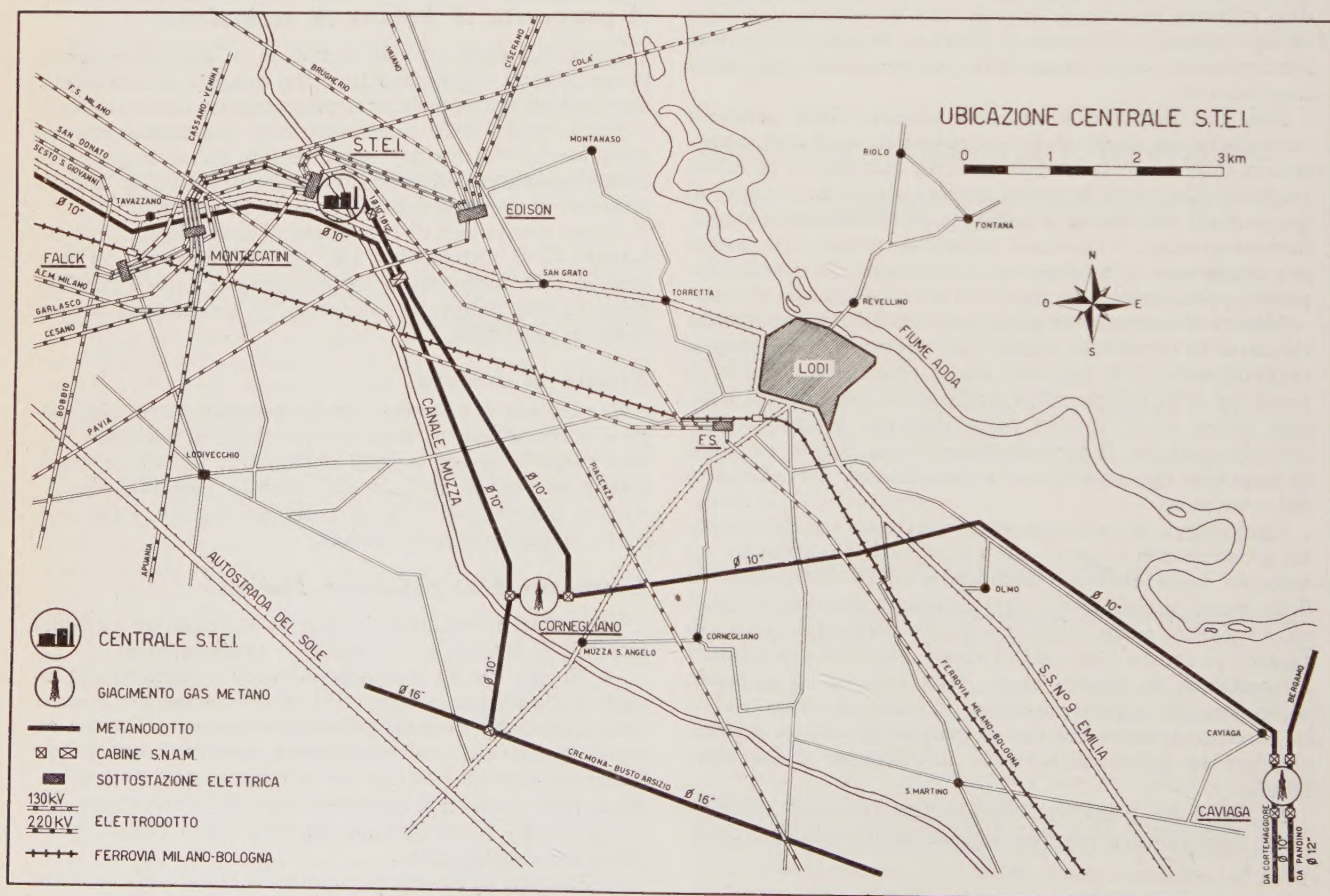


Fig. 1. — Ubicazione della Centrale.

pericolo di corrosioni dei tubi dei surriscaldatori nella combustione a nafta della caldaia.

Così seguendo la tecnica più europea, mentre sono state relativamente contenute le temperature, è stata invece prescelta una pressione prossima al limite critico, che ha richiesto l'adozione di una caldaia a circolazione forzata (ved. diagramma entropico di fig. 2).

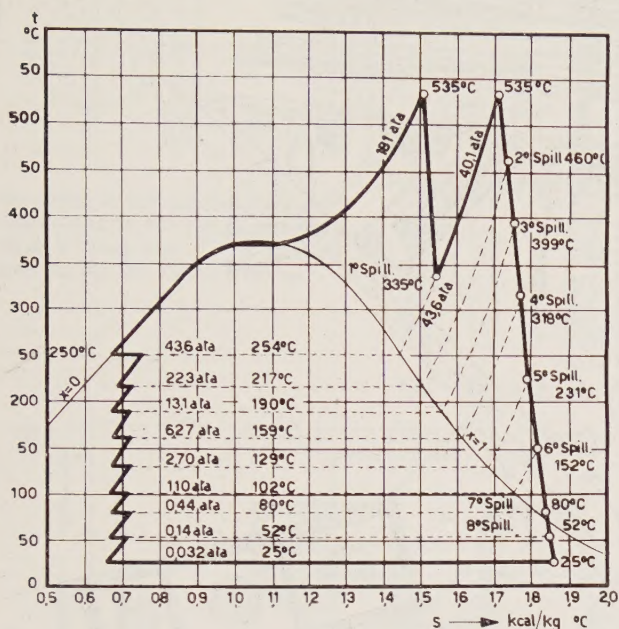


Fig. 2. — Diagramma entropico del gruppo da 140 MW.

Per la disposizione generale delle installazioni si sono seguiti criteri analoghi a quelli adottati per il primo impianto. Seguendo la ormai acquisita prassi moderna la nuova unità è stata realizzata secondo lo schema monoblocco: caldaia - turbina - alternatore - trasformatore elevatore; il gruppo è stato disposto sullo stesso asse della caldaia, trasversalmente alla sala macchine, allo scopo precipuo di ridurre lo sviluppo delle tubazioni di collegamento tra caldaia e turbina, che per le caratteristiche spinte del vapore incidono sensibilmente sui costi.

Dopo la riuscita esperienza di Tavazzano I è stata pure confermata l'installazione all'aperto della caldaia, consigliata prudenzialmente ad evitare pericoli di scoppio per fughe di metano.

Il fabbricato di sala macchine è localizzato nelle immediate vicinanze dell'analogo di Tavazzano I e risulta con esso collegato all'altezza del piano di governo mediante una passerella coperta che costituisce una facile comunicazione tra i due impianti per il personale.

OPERE EDILI.

Opere idrauliche.

È stata realizzata una nuova opera di derivazione dal canale Muzza, immediatamente a monte della vecchia presa in corrispondenza dell'esistente bacino a livello regolato.

La falda freatica assai alta ed il terreno poco consistente hanno consigliato di installare delle pompe verticali immediatamente a valle dell'opera di presa così da poter sviluppare in superficie il canale d'adduzione ai condensatori.

Per l'esecuzione dell'opera si è fatto ricorso al sistema di drenaggio « Well point » che ha permesso di abbassare la falda senza dilavare il terreno circostante ed evitare così l'oneroso ricorso ai cassoni in pressione.

Tutto il complesso delle opere eseguite, di derivazione, adduzione e sostituzione, è stato dimensionato in previsione di un ampliamento per una portata di 12 m³/s, più che doppia di quella richiesta dal gruppo da 140 MW.

Il condotto di mandata è costituito da un tubo metallico annegato nel calcestruzzo, mentre quello di scarico per il tratto esterno al fabbricato macchine è in calcestruzzo armato.

Sempre sul canale di scarico è inserita una vasca di regolazione del livello allo scopo di assicurare l'innescio del sifone sui condensatori.

Per sopperire alla deficienza di disponibilità d'acqua, limitatamente al periodo di manutenzione annua del canale Muzza, è stato realizzato un breve canale di raccordo che permette di convogliare l'acqua di scarico dai gruppi di Tavazzano I sull'aspirazione delle pompe del nuovo gruppo, realizzando così un circuito serie. La temperatura dell'acqua disponibile nel periodo di manutenzione dei canali è sufficientemente bassa (circa 8 °C), tale da contenere la temperatura sul nuovo gruppo entro valori che assicurano ancora un basso vuoto allo scarico della turbina senza quindi peggiorare sensibilmente il rendimento, nè ridurre la potenza erogabile.

La disposizione delle opere nel loro complesso risulta dalla fig. 3.

Il macchinario andato in opera comprende, oltre alle normali paratoie metalliche di intercettazione e di regolazione, due filtri a tamburo rotante (più uno previsto futuro) ciascuno dimensionato per la portata di 6 m³/s e due pompe verticali (più due previste future) ciascuna da 2,9 m³/s, prevalenza 12 m.

Nella cabina annessa all'opera di presa trovano pure posto l'impianto di trattamento dell'acqua per le caldaie e le pompe per l'acqua di refrigerazione del macchinario (n. 2 da 1000 m³/h, prevalenza 35 m, di cui una di riserva).

Per i fabbisogni d'emergenza viene utilizzato lo stesso serbatoio a torre di Tavazzano I della capacità di 250 m³.

Alla ridotta capacità di riserva conseguente all'aumento delle erogazioni, si è sopperito con l'installazione di un gruppo elettrogeno diesel che, oltre ad altri servizi di emergenza, assicura anche il funzionamento di una pompa d'emergenza.

Fabbricati industriali.

Comprendono essenzialmente la sala macchine con annesso fabbricato quadri e servizi elettrici. Come per Tavazzano I si è disposto il gruppo con asse trasversale rispetto al fabbricato e si è avuto cura di ubicare nel punto più centralizzato la sala quadri con immediato accesso alla testata della turbina ed ai bruciatori della caldaia.

Il progetto è stato studiato per realizzare con la installazione successiva di una seconda unità un complesso unitario armonico avente un asse di simmetria centrale parallelo all'asse dell'insieme caldaia - turboalternatore - trasformatore.

Al centro della sala macchine sono disposte le pompe di alimento, i preriscaldatori A.P. e la sala smontaggio, utilizzabile quest'ultima anche per il trasformatore elevatore di gruppo.

Le strutture portanti del fabbricato macchine e quadri sono in cemento armato, mentre sono in struttura metallica le capriate di sostegno della copertura, il corpo intermedio tra caldaia e sala macchine e le impalcature interne di sostegno dei riscaldatori.

La sala è servita da una gru da 200 t su unico carro ponte avente una luce di 37 m.

Sul lato previsto per l'ampliamento la sala macchine è chiusa da una parete smontabile costituita da pannelli leggeri in eternit fissati su una intelaiatura in ferro.

Come per Tavazzano I i carichi concentrati delle fondazioni si scaricano su pali trivellati in cemento armato diametro 450÷520 mm, che vanno ad interessare un banco di ghiaia sito a 18 m di profondità (fig. 4).

La fondazione del turboalternatore è costituita da un massiccio piastrone di base di 3,10 m di spessore, appoggiato pure su di una fitta rete di pali, e in elevazione

da una struttura snella in cemento armato, di tipo alleggerito così detto ipocritico, che presenta cioè frequenze di vibrazioni proprie inferiori a quelle del gruppo. Questa soluzione, già sperimentata in Germania, oltre che com-

Superficie riscaldata dei surriscaldatori alta pressione	4100 m ²
Superficie riscaldata dei risurriscaldatori	2500 m ²

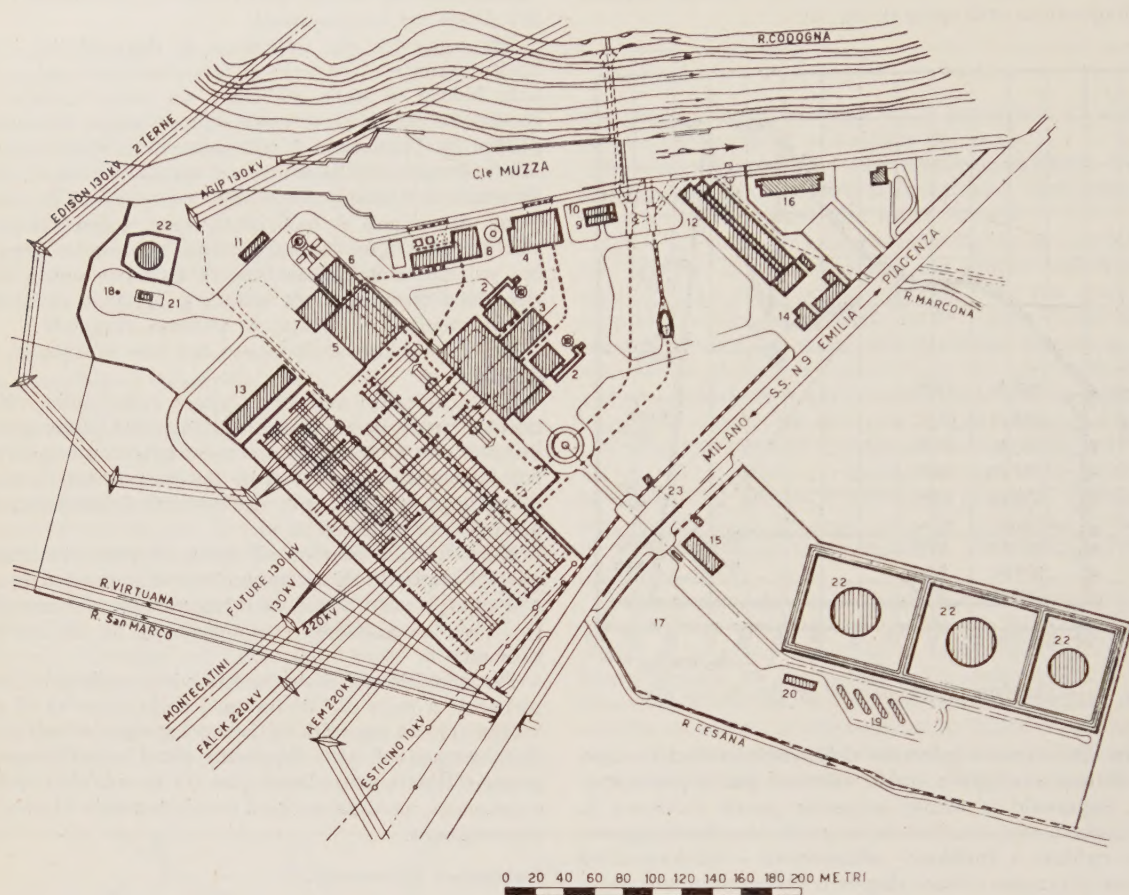


Fig. 3. — Planimetria della Centrale e del parco combustibili liquidi.

1, Tavazzano I: sala macchine; 2, caldaia; 3, fabbricato quadri; 4, cabina pompe; 5, Tavazzano II: sala macchine; 6, caldaia; 7, fabbricato quadri; 8, cabina pompe; 9, Tavazzano I: cabina metano; 10, Tavazzano II: cabina filtri metano; 11, cabina misura e decomp. metano; 12, Officina e magazzino; 13, magazzino ausiliario; 14, portineria centrale; 15, portineria parco combustibili; 16, alloggi personale; 17, parco combustibili principale; 18, parco combustibili ausiliario; 19, tettoie scarico autocisterne; 20, locale pompe travaso nafta; 21, locale pompe travaso nafta ausiliario; 22, serbatoi di stoccaggio; 23, sottopassaggio via Emilia.

portare un minor costo, rende disponibile maggior spazio sotto la macchina che viene utilizzato razionalmente per l'installazione dei preriscaldatori di bassa pressione.

Alla messa in marcia si è constatata una velocità critica a 2650 giri/min, che non disturba il funzionamento normale, nè costituisce preoccupazioni alla messa in marcia.

Nelle figure 5, 6, 7 sono rappresentate in pianta e sezioni le opere di cui sopra.

GENERATORE DI VAPORE.

Dati tecnici caratteristici:

Produzione di vapore	430 t/h
Pressione di bollo	210 kg/cm ²
Pressione vapore surris. all'uscita caldaia	190 kg/cm ²
Temperatura di surriscaldamento	535 °C
Surriscaldamento intermedio	335-535 °C
Pressione acqua alimento a pieno carico	250 kg/cm ²
Volume della camera di combustione	1950 m ³
Superficie riscaldata dell'economizzatore	2900 m ²
Superficie riscaldata dell'evaporatore	1070 m ²

Bruciatori a nafta	n. 16
Bruciatori a metano	n. 32
Bruciatori piloti a metano	n. 16
Pressione di mandata nafta	28 kg/cm ²
n. 2 ventilatori prementi velocità 975 giri/min, potenza dei motori	440 kW
n. 2 ventilatori aspiranti velocità 690 giri/min potenza dei motori	650 kW
n. 2 preriscaldatori aria rotativi Ljungstroem con superficie complessiva di riscaldamento	26200 m ²

Il generatore di vapore è del tipo monotubolare Sulzer a circolazione forzata adatto per combustione a metano, a nafta e mista nafta-metano.

Le figure 5 e 8 rappresentano la disposizione in pianta ed in sezione verticale del generatore di vapore con i suoi ausiliari principali.

L'asse di simmetria coincide con quello del turboalternatore; sul medesimo asse sono disposti alle due estremità il camino ed il trasformatore elevatore.

La caldaia è installata quasi completamente all'aperto ad eccezione degli organi più delicati (regolatori, valvole e trasmettitori di misure) che sono stati raccolti in una zona chiusa ricavata tra la sala macchine e la camera di combustione.

All'uopo (fig. 7) è stata arretrata la parete di chiusura della sala macchine fino a raggiungere la camera di combustione tra le quote +16 e +26; inferiormente alla

monotubolari formanti ciascuno successivamente l'economizzatore, l'evaporatore, i surriscaldatori AP ed i risuriscaldatori MP, simmetrici rispetto alla camera di com-

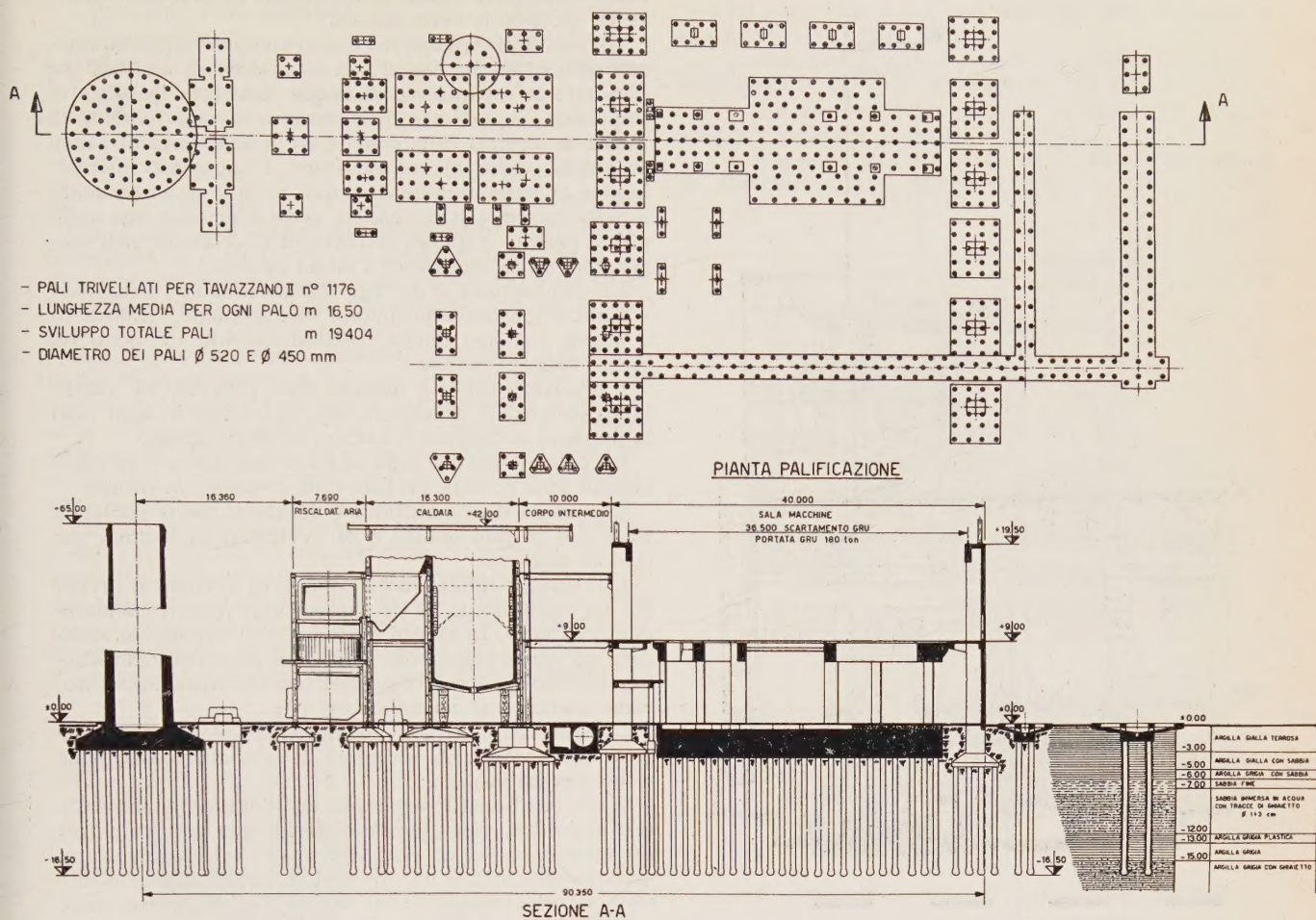


Fig. 4. — Palificazioni di fondazione.

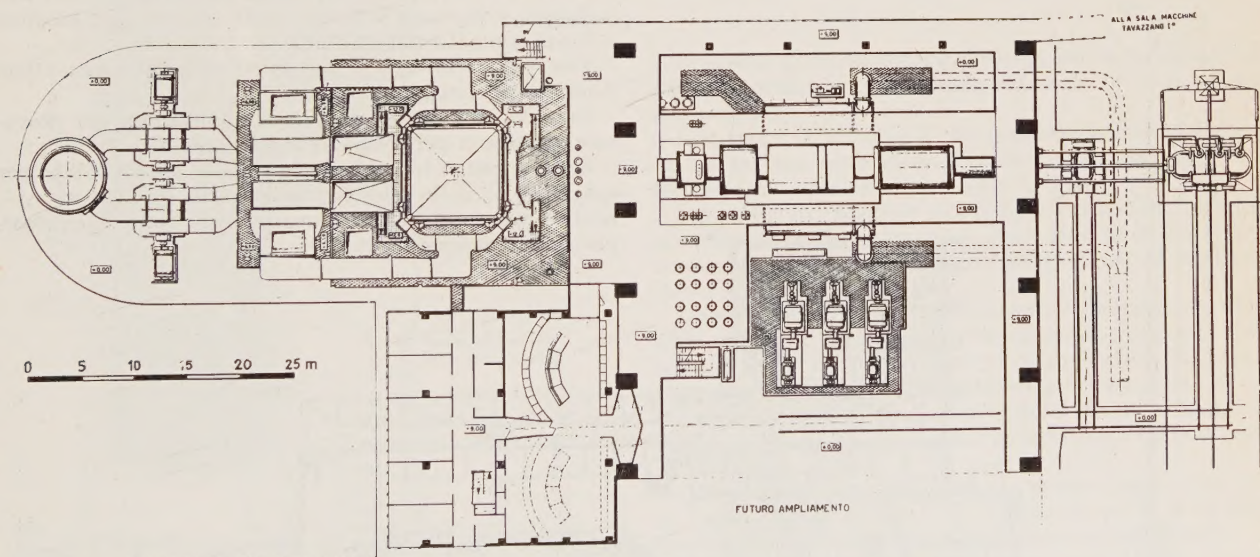


Fig. 5. — Pianta del complesso caldaia - sala macchine - fabbricato quadri.

quota +16 l'arretramento della sala macchine è stato limitato a circa 5 m in modo da lasciare all'aperto la zona dei bruciatori per prevenire pericoli di scoppio dovuti a fughe di metano.

Il generatore di vapore è costituito da due sistemi

bustione ed al giro fumi che hanno in comune (fig. 9).

Il terzo stadio di surriscaldamento AP è costituito da tubi concentrici a quelli del primo stadio di risuriscaldamento MP secondo il sistema « Triflux », allo scopo di compensare le differenze di temperatura tra vapore AP

e vapore MP, ed agevolare la regolazione di temperatura.

La camera di combustione risulta completamente schermata da tubi accostati ed il suo cielo è provvisto di tre

grandi diaframmi lacerabili, con porte a contrappeso che si aprono in caso di esplosione.

Le tubazioni soggette ad alta temperatura sono in acciaio variamente legato al molibdeno ed al cromo-molibdeno, secondo le varie sezioni.

All'uscita di ciascuno dei due evaporatori è predisposto, secondo la tecnica Sulzer, un separatore di umidità che permette la separazione di acqua arricchita di sali e di impurezze, soprattutto utile durante il primo periodo di messa in servizio della caldaia ed in caso di infiltrazioni di acqua grezza al condensatore. I separatori permettono inoltre la ricircolazione di acqua in fase di avviamento e nella marcia a basso carico, onde assicurare una sufficiente portata e quindi stabilità di circolazione nell'evaporatore senza interessare l'intera caldaia.

La combustione è del tipo tangenziale con bruciatori « Tosi-Combustion » inclinabili verticalmente, disposti su 4 angoli con assi deviati orizzontalmente in modo da creare l'effetto ciclone.

I bruciatori piloti a metano sono provvisti di scintillatori elettrici di accensione che assicurano in ogni caso la presenza di fiamma in camera di combustione.

La polverizzazione della nafta è meccanica e la regolazione della portata avviene sulla pressione di ritorno.

La camera di combustione è dotata anche di controllo televisivo in sala quadri e di avvisatori di fiamma per ciascun angolo.

La caldaia è dotata di un circuito di avviamento (ved. fig. 10) costituito da un by-pass AP e un desurriscaldatore di avviamento. In fase di avviamento il vapore che si separa nel desurriscaldatore percorre il risurriscaldatore refrigerandolo e, dopo decompressione e desurriscaldamento, viene scaricato al condensatore.

L'acqua che si separa nel desurriscaldatore di avviamento si raccoglie nel serbatoio di avviamento dal quale viene rimessa in ciclo.

L'aria comburente, aspirabile sia dall'esterno che dalla sala macchine, viene preriscaldata in due preriscaldatori Ljungström posti in parallelo e nel funzionamento a nafta subisce inoltre un preventivo riscaldamento in uno scambiatore alimentato con vapore di spillamento, onde evitare fenomeni di corrosione nei lamierini ed intasamenti.

La pulizia dei Ljungström è effettuabile in servizio con soffaggio a vapore e saltuariamente con lavaggio alcalino a funzionamento automatico.

Due ventilatori aria e due ventilatori fumi assicurano il necessario tiraggio.

La caldaia è dotata delle usuali protezioni per prevenire condizioni pericolose di funzionamento.

Sono inseriti i blocchi per mancanza combustibili, per spegnimento della fiamma, per arresto ventilatori aspiranti o prementi, per sovratemperatura nell'evaporatore, per sovrappressione forno.

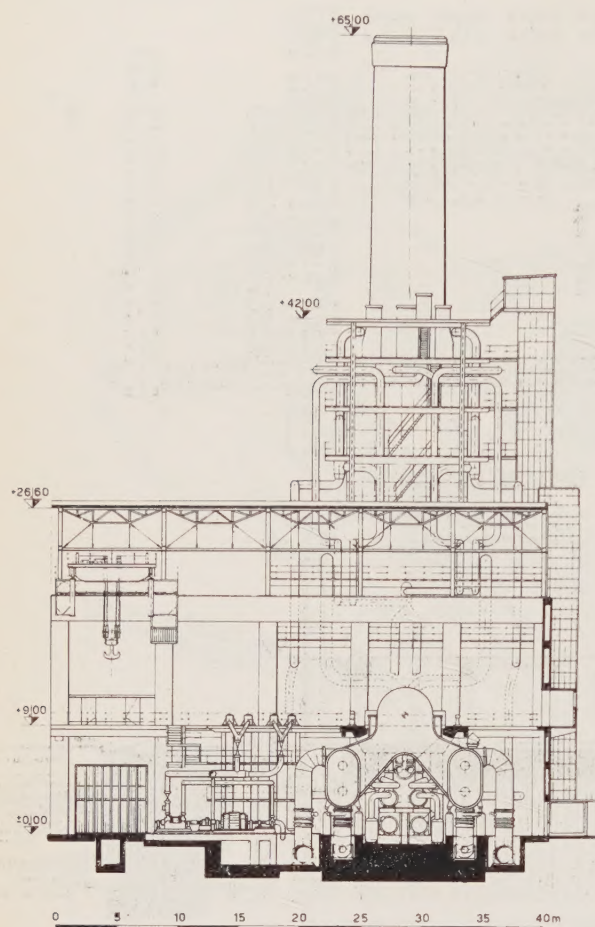


Fig. 6. — Sezione trasversale della sala macchine.

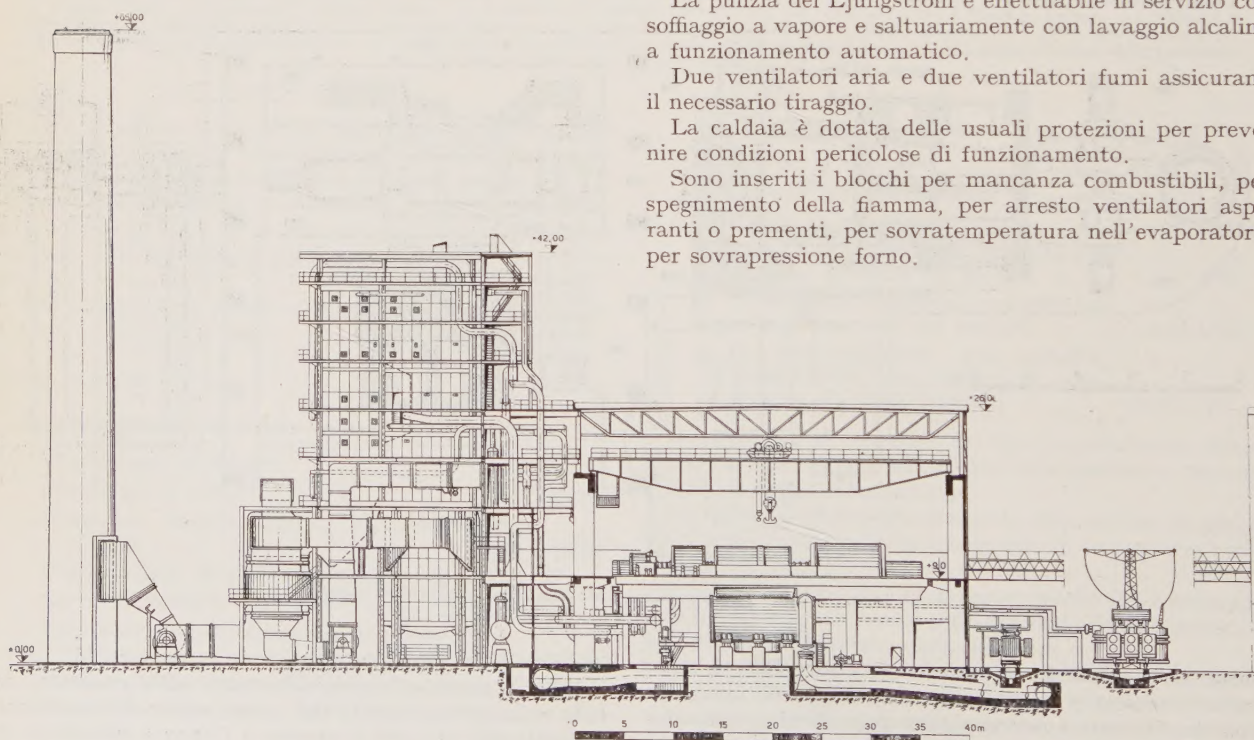


Fig. 7. — Sezione longitudinale.

POMPE ALIMENTO.

Dati tecnici caratteristici:

Portata	260 t/h
Pressione sulla mandata	260 kg/cm ²
Temperatura	150 °C
Velocità massima	4655 giri/min
Motore elettrico bipolare con ro- tore in corto circuito:	
tensione	6,3 kV
potenza	3000 kW
velocità	2980 giri/min

Per la scelta del sistema di alimentazione della caldaia fu eseguito un accurato studio prendendo in esame le varie possibilità consigliate dalla tecnica più moderna ed in particolare la soluzione con turbopompe, che per grandi potenze unitarie diviene interessante.

Riscontrato però che la potenza di 150 MW costituisce un limite di convenienza, nel caso particolare non si ravvisò un vantaggio a favore delle turbopompe e si preferirono ancora elettropompe. Sia per contenere la potenza unitaria dei motori sia per avere una maggiore elasticità di servizio, furono previste 3 pompe, ciascuna dimensionata per il 60 % del carico massimo.

Ciascun gruppo di alimento comprende una pompa booster accoppiata ad una estremità d'albero del motore mediante riduttore ad ingranaggi. Essa ha lo scopo di assicurare un adeguato battente sulla aspirazione della pompa principale che è accoppiata all'altra estremità di albero mediante un moltiplicatore di giri ad ingranaggi e giunto idraulico tipo Voigh. Quest'ultimo consente di

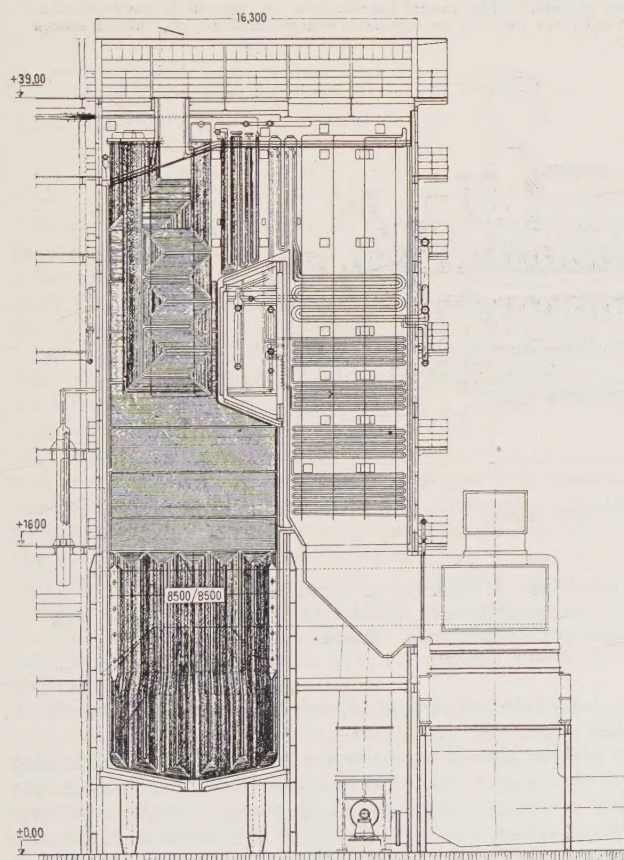


Fig. 8. — Sezione verticale della caldaia Sulzer.

migliorare il rendimento a carico parzializzato ed anche di facilitare l'avviamento del motore elettrico.

Data la elevata pressione in gioco sono state adottate pompe di tipo Barrel a corpo cilindrico, con 11 stadi, girante e diffusori in acciaio al 13 % di cromo (fig. 11).

TUBAZIONI PRINCIPALI.

Dati tecnici caratteristici:

- 4 diametro 213/137 e 2 diametro 269/175, acciaio 10 CrMo 910, per vapore surriscaldato alta pressione a 190 kg/cm² - 535 °C -
- 2 diametro 526/470, acciaio 10 CrMo 910, per ri-surriscaldato caldo a 40 kg/cm² - 535 °C
- 2 diametro 388/368, acciaio 15 Mo3, per risurrisaldato freddo a 42 kg/cm² - 335 °C
- 2 diametro 240/196, acciaio 15 Mo3, per l'acqua di alimento a 310 kg/cm² - 180 °C.

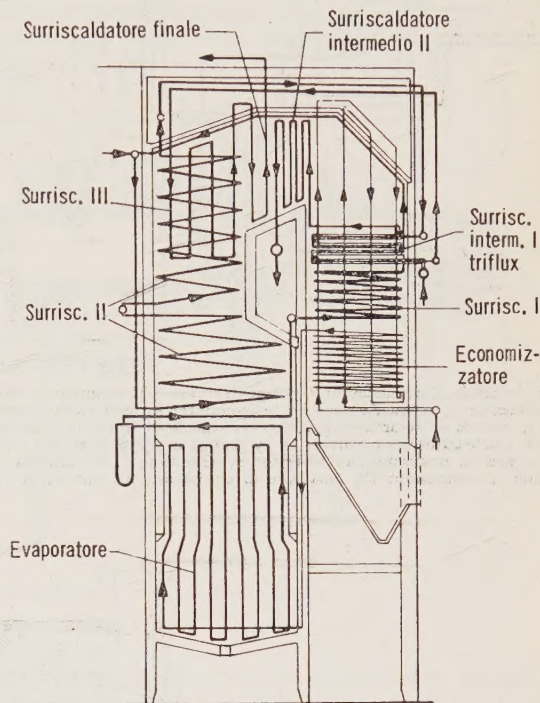


Fig. 9. — Schema di principio della caldaia Sulzer.

Di studio particolare sono state oggetto le tubazioni ad AP che incidono sensibilmente sul costo di impianti ad alta pressione.

Allo scopo di ridurne il più possibile lo sviluppo, caldaia e turbina sono state disposte sullo stesso asse e il più possibile ravvicinate tra loro.

Le tubazioni soggette contemporaneamente ad alta pressione e temperatura sono state ridotte di diametro ammettendo in esse velocità e perdite di carico relativamente superiori al normale.

I percorsi delle tubazioni sono stati accuratamente studiati in fase di progettazione in modo da realizzare collegamenti nel contempo brevi e di sufficiente elasticità, che assicurino libertà di dilatazione alle tubazioni.

Degne di nota anche le sospensioni elastiche di ancoraggio aventi sforzi di reazione indipendenti dalle dilatazioni delle tubazioni.

Come materiale è stato usato acciaio legato tedesco 13 CrMo 44 per temperature superiori a 500 °C e 15 Mo3 per le tubazioni di alimento e del surriscaldato freddo.

Per le altre tubazioni in genere è stato impiegato Aq 45 t 35. Le tubazioni di alta pressione sono del tipo trafilato con una tolleranza sul diametro interno di $\pm 1\%$ e di $-0\% + 18\%$ sullo spessore. Esse sono state controllate in fabbrica per mezzo degli ultrasuoni. Tutte le saldature di pezzi in acciaio legato sono state assoggettate al necessario trattamento termico ed a verifica con raggi X e gamma.

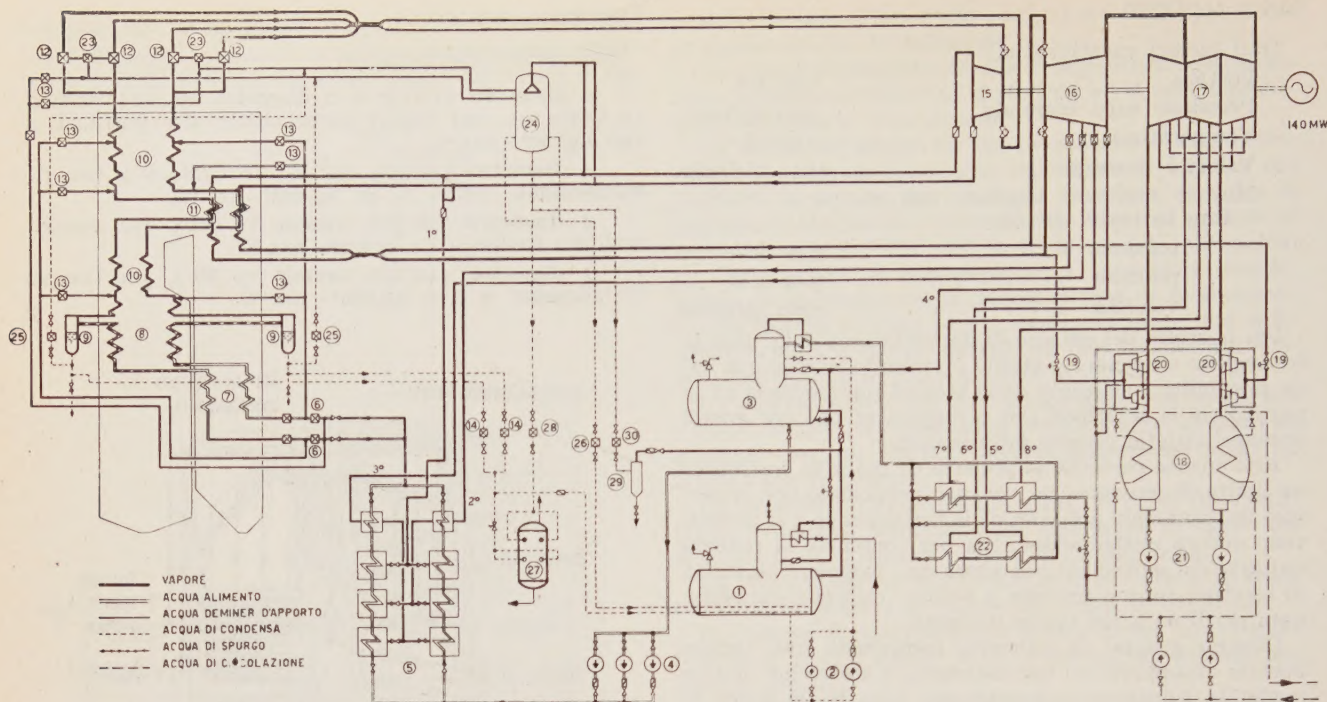


Fig. 10. — Schema termico semplificato.

1, serbatoio di avviamento; 2, pompe di travaso; 3, serbatoio di alimento; 4, pompe alimento; 5, preriscaldatori AP; 6, valvole di regolazione acqua alimento; 7, economizzatore; 8, evaporatore; 9, separatore d'umidità; 10, surriscaldatori; 11, surriscaldatore « Triflux »; 12, valvola vapore vivo; 13, valvole di desurriscaldamento; 14, valvole di scarico al serbatoio di avviamento; 15, turbina AP; 16, turbina MP; 17, turbina BP a tre corpi; 18, condensatore; 19, valvole di by pass al condensatore; 20, attemperatore; 21, pompe ripresa condensato; 22, preriscaldatori BP; 23, valvola di by pass all'espansore d'avviamento; 24, espansore di avviamento; 25, valvola di scarico all'espansore d'avviamento; 26, valvola di scarico al serbatoio d'avviamento; 27, espansore di emergenza; 28, valvola di scarico all'espansore Demerg; 29, espansore spurgo continuo; 30, valvola spurgo continuo.

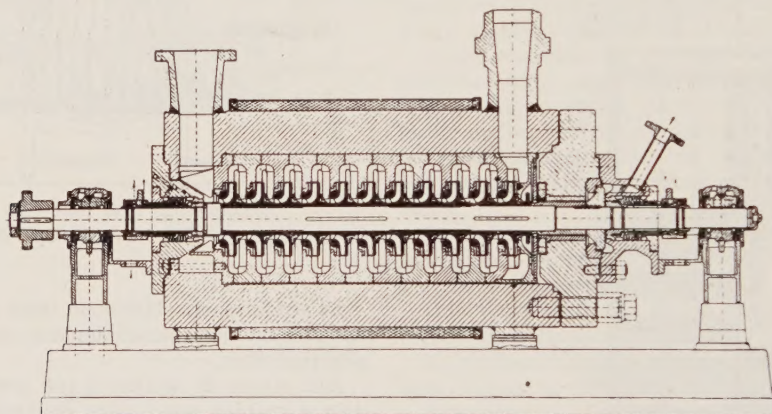


Fig. 11. — Pompa d'alimento caldaia.

TURBINA E CICLO PRERISCALDO CONDENSA.

Dati tecnici caratteristici:

Potenza nominale massima continua ai morsetti dell'alternatore . . .	140 MW
Potenza a carico economico ai morsetti dell'alternatore	125 MW
Portata vapore a carico nominale. .	420 t/h
Pressione vapore di ammissione AP .	180 ate
Temperatura vapore AP	530 °C
Pressione di ammissione corpo MP .	40 ata
Temperatura di ammissione corpo MP	530 °C
Velocità	3000 giri/min
Superficie utile allo scarico	3 × 2,76 m ²
Superficie refrigerante complessiva dei condensatori	8080 m ²
Portata acqua di condensatione . .	17 200 m ³ /h

Pressione di scarico al condensatore con temperatura dell'acqua di 12 ¹ / ₄ °C	0,028 ata
Temperatura finale acqua alimento a pieno carico	260 °C

Le fondazioni del gruppo sono in cemento armato, di tipo alleggerito ipocritico.

Questo tipo di esecuzione e la suddivisione del condensatore in due sezioni disposte esternamente alla fondazione, con gli assi paralleli al gruppo, hanno consentito di sistemare i preriscaldatori di BP sotto la turbina; la tubazione di collegamento fra il corpo di media pressione e quello di bassa pressione ha pure trovato posto sotto la turbina.

Vantaggi si sono avuti anche nella sistemazione del grande numero di tubazioni che collegano la turbina con la caldaia ed i preriscaldatori di alta pressione.

Ne è risultato un sensibile risparmio nel costo delle strutture e delle tubazioni.

La turbina (fig. 12) è costituita da tre corpi percorsi

dal vapore in senso assiale. Tra il primo ed il secondo corpo il vapore viene risurriscaldato.

Le velocità critiche dei singoli rotori di turbina sono tutte superiori a quella di esercizio.

Il corpo di AP ha una ruota ad azione parzializzatrice e 28 serie di palette a reazione. La carcassa non presenta flange di collegamento assiali, ha invece una flangiatura circolare verticale alla estremità lato scarico vapore. Con tale configurazione, che presenta una sezione praticamente circolare, viene evitata la tendenza a deformazioni ed ovalizzazioni.

Le tenute d'albero sono realizzate per mezzo di labirinti aventi una disposizione particolare che consente la sistemazione di un grande numero di tenute su spazio ridotto.

Il corpo di MP ha 22 file di palette a reazione e la carcassa divisa in senso assiale.

Il ciclo rigenerativo dell'acqua di alimento comprende 4 preriscaldatori a BP, 1 del tipo a miscelazione con funzione di degasatore e 3 di AP. I primi 4 sono installati direttamente sotto la turbina, mentre quello con degasatore è sistemato sopra il serbatoio d'alimento alloggiato sopra il fabbricato quadri.

I preriscaldatori di AP di tipo verticale con piastra tubiera sono installati in sala macchine lateralmente alla turbina, sostenuti da una struttura metallica indipendente. Essi sono disposti su due rami in parallelo, intercettabili automaticamente a monte e a valle.

Ciascun ramo comprende sei preriscaldatori a condensazione con refrigeranti del condensato secondario e due preriscaldatori a desurriscaldamento. La regolazione dei livelli nei preriscaldatori come pure quella del livello nel condensatore è del tipo elettrico ad amplificatori magnetici.

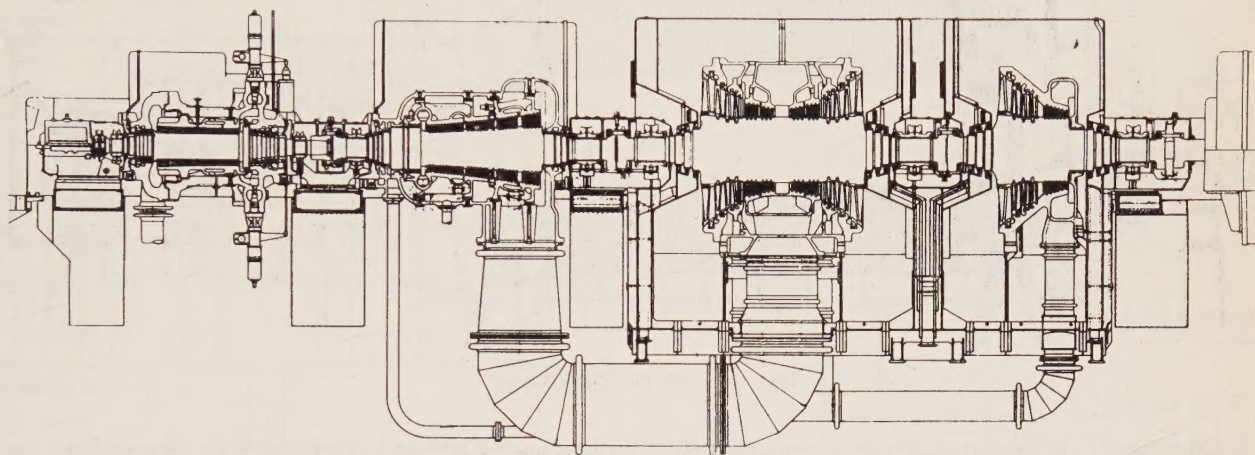


Fig. 12. — Sezione della turbina.

Il corpo di bassa pressione ha complessivamente 3 scarichi e comprende 1 sezione a doppio flusso con introduzione centrale e scarico bilaterale ed una sezione a semplice flusso. Ciascuna delle tre sezioni è provvista di 9 file di palette.

La intercettazione del vapore vivo si attua mediante due valvole di chiusura rapida poste in parallelo, mentre la regolazione viene effettuata con 8 valvole di regolazione di cui 2 di sorpasso della ruota ad azione. Anche sul corpo di MP sono inserite valvole di chiusura rapida e di regolazione. La turbina è provvista di 8 spillamenti non regolati per il riscaldamento del condensato. I primi 5 spillamenti in pressione sono protetti da valvole di chiusura rapida a comando oleodinamico e valvole di non ritorno, mentre gli altri spillamenti sotto vuoto sono protetti per mezzo di sifoni. Tutte le palettature sono eseguite in acciaio inossidabile 15 CrMo 13, ad eccezione delle palette direttrici della BP per le quali è stato impiegato acciaio x 15 Cr 13.

Il condensatore è suddiviso in due sezioni a forma di reni, ciascuna di esse è intercettabile sul lato acqua con possibilità di marcia del gruppo a carico ridotto (60 % del massimo). La superficie di scambio è costituita da tubi in lega ammiragliato diametro 21÷23 mm.

Il vuoto è assicurato da due eiettori idraulici, uno di riserva all'altro, alimentati da due pompe. Per accelerare la formazione del vuoto all'avviamento, l'impianto è dotato anche di una pompa supplementare per vuoto, tipo Elmo.

L'acqua di circolazione, derivata dal canale Muzza, viene filtrata a mezzo tamburi filtranti Beaudrey a lavaggio automatico e spinta al condensatore da due pompe verticali ad elica, a flusso orizzontale, azionate a mezzo riduttori ad ingranaggi da motori asincroni da 500 kW.

La turbina è dotata di un regolatore di velocità con limitatore di carico e regolatore di pressione del vapore di ammissione di tipo oleodinamico. Anche la regolazione dello scarico al condensatore è di tipo oleodinamico.

L'olio in pressione per la lubrificazione di tutto il turboalternatore, per la regolazione e per il comando è fornito in esercizio da una pompa centrifuga coassiale e durante l'avviamento e l'arresto da due elettropompe in corrente alternata.

Il gruppo è dotato di un viratore ad olio. Per ridurre la coppia di spunto al viratore, l'intera linea d'albero è sollevabile mediante olio a 80 atm pressato sotto i supporti.

La protezione contro sovravelocità del gruppo è assicurata oltre che dal regolatore di velocità, da due relè centrifughi tarati al 110 % della velocità nominale.

Per evitare sovravelocità pericolose in caso di scatto del carico, e l'intervento dei relè centrifughi che provocano il blocco totale del turboalternatore, il gruppo è dotato anche di uno speciale relè sensibile alle variazioni rapide del carico elettrico. Esso imprime un impulso momentaneo di chiusura alle valvole di regolazione AP ed MP avente durata crescente, secondo una opportuna caratteristica, con la derivata della potenza dell'alternatore.

Questo dispositivo ha dato risultati brillanti durante le prove di scatto totale del carico. La velocità non ha superato il 107 % del valore nominale e la turbina è rimasta a giri.

La chiusura rapida può essere comandata elettricamente a distanza e manualmente dal posto; inoltre interviene automaticamente in caso di abbassamento della pressione dell'olio, per spostamento assiale dell'albero, per mancanza di vuoto al condensatore e per innalzamento di livello pericoloso nei preriscaldatori.

ALTERNATORE.

Dati tecnici caratteristici:

potenza apparente resa in servizio continuo con fattore di potenza 0,85, pressione idrogeno 2 ate . . . 165 MVA
Tensione ai morsetti 10,5 kV $\pm 7,5\%$
Frequenza 50 Hz $\pm 2\%$ —5%
Rapporto di corto circuito 0,6
Pressione idrogeno di raffreddam. 2 ate
Peso di trasporto dello statore . . [180 t.

data la notevole potenza della macchina, la potenza capacitiva da essa erogabile è largamente sufficiente per mettere in tensione anche lunghe linee a vuoto a 220 kV, mentre la centrale sorge in vicinanza di importanti centri di consumo e stazioni alle quali è collegata con brevi linee. Per questa ragione non sussistono neppure problemi di stabilità di trasmissione dell'energia in regime perturbato.

L'alternatore può funzionare come compensatore sincro erogando una potenza capacitiva massima continua di 130 MVAR.

Il sistema di eccitazione comprende una eccitatrice

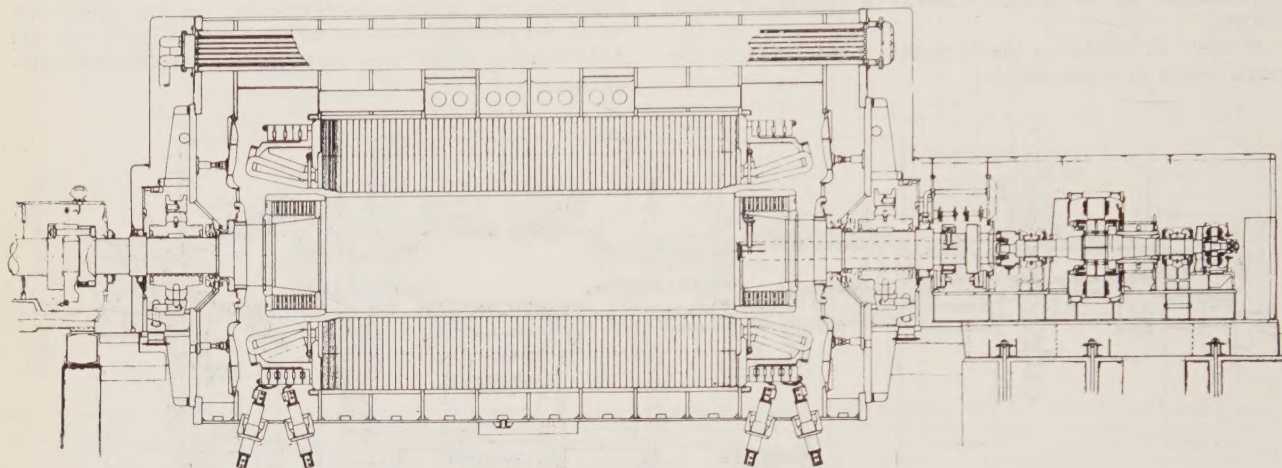


Fig. 13. — Sezione dell'alternatore.

L'alternatore è del tipo tradizionale a conduttori statorici e rotorici pieni. La sua potenza è infatti al limite di convenienza del tipo costruttivo tradizionale; per potenze superiori conviene ricorrere al raffreddamento diretto dei conduttori cavi per mezzo di idrogeno od olio o altro fluido.

Il raffreddamento è in ciclo chiuso con idrogeno a due ate tenuto in circolazione per mezzo di due ventole coassiali alle estremità del rotore (fig. 13).

L'idrogeno viene raffreddato a sua volta in 4 refrigeranti a circolazione di acqua posti entro la carcassa in senso longitudinale, nella parte superiore dell'alternatore. L'acqua di raffreddamento è prelevata dal canale Muzza.

Il rotore è fucinato in un solo blocco in acciaio tipo 28 NiCrMo 74; i denti rotorici sono dotati di canali assiali per tutta la lunghezza comunicanti con il traferro al centro del rotore.

Il pacco statorico, composto di lamierini isolati in carta, è sospeso nella carcassa dello statore mediante listelli isolati a coda di rondine, ed è provvisto di molti canali di ventilazione. Data la notevole corrente in gioco, l'avvolgimento di statore è stato eseguito a stella doppia con 12 morsetti accessibili.

Le sbarre disposte su due strati entro le cave sono composte di piattina di rame intrecciata secondo il noto sistema Roebel.

L'avvolgimento rotorico è eseguito in rame in lega di argento ad alto limite di elasticità a caldo. Il rotore è munito di un avvolgimento smorzatore supplementare per un migliore comportamento nella marcia a carico squilibrato, ed anche per smorzare rapidamente le oscillazioni causate da perturbazioni in rete, le armoniche e le sovratensioni.

La tenuta dell'idrogeno sull'albero è realizzata col noto sistema dell'anello di olio a pressione. Le apparecchiature di controllo del ciclo idrogeno e olio tenuta, il regolatore di tensione, il dispositivo di diseccitazione rapida, i riduttori di tensione, ecc. sono installati sotto l'alternatore.

Il rapporto di corto circuito è 0,6, valore basso perchè,

principale ed una eccitatrice ausiliaria direttamente accoppiate all'alternatore; il regolatore è del tipo a bilancia di tensione con servomotori oleodinamici.

TRASFORMATORE ELEVATORE.

Dati tecnici caratteristici:

Potenza nominale riferita alla tensione a vuoto 165 MVA
Rapporto di trasformazione a vuoto . 10500/230000 V
Collegamento triangolo/stella con neutro a terra gruppo II
Tensione di corto circuito di sequenza diretta ed omopolare 12,5%
Peso totale (olio compreso) 180 t

Il trasformatore elevatore è trifase con raffreddamento ad aerotermini addossati al cassone. Il nucleo è a 5 colonne in lamiera magnetica a cristalli orientati.

Gli avvolgimenti di AT sono del tipo a strati assiali concentrici, con isolamento graduato per funzionamento con neutro francamente a terra. La costruzione è stata eseguita il più possibile prossima alle condizioni di antirisonanza in modo da ottenere una distribuzione dei potenziali di onde a fronte ripido quasi lineare lungo l'avvolgimento.

Il trasformatore è stato provato ad impulso con onda piena a 1050 kV.

Il collegamento tra l'alternatore ed il trasformatore elevatore è stato eseguito con sbarre di alluminio in aria ammassate in maniera da reggere ai massimi sforzi di corto circuito (corrente di corto circuito asimmetrica massima 200 kA). All'uopo sono stati impiegati distanziatori in porcellana tra le sbarre che bilanciano gli sforzi di corto circuito senza sollecitare a flessione gli isolatori portanti.

Non si è ritenuto necessario di ricorrere a sbarre blindate perchè la centrale non funziona a carbone e non esistono altre fonti di inquinamento dell'atmosfera.

PROTEZIONI ELETTRICHE.

Il montante elettrico è provvisto di tutte le moderne protezioni usuali per gruppi di grande potenzialità.

Le elenchiamo brevemente:

- scaricatori a resistenza variabile con tensione nominale di 180 kV collegati agli isolatori passanti AT del trasformatore elevatore;
- scaricatori a resistenza variabile per tensione nominale di 10 kV e rispettivamente 8 kV collegati alle sbarre dell'alternatore e al centro stella (tenuto completamente isolato da terra);
- protezione di massima tensione;
- protezione contro il ritorno di energia attiva;
- protezione contro il funzionamento con carico squilibrato;

SERVIZI AUSILIARI, DI SICUREZZA E DI EMERGENZA.

In fig. 14 è rappresentato lo schema elettrico unifilare della unità generatrice da 140 MW con i relativi servizi ausiliari.

I motori di potenza superiore a 200 kW sono alimentati a 6300 V e quelli di potenza inferiore a 380 V.

Normalmente l'alimentazione dei servizi ausiliari è fatta dal montante di macchina attraverso un trasformatore abbassatore alimentato rigidamente dalle sbarre a 10,5 kV.

In fase di avviamento e di arresto del gruppo o qualora per altre ragioni sia impossibile la autoalimentazione, provvede un trasformatore da 12 MVA collegato dalle sbarre di sottostazione a 130 kV.

Qualora quest'ultimo fosse indisponibile, per mezzo di

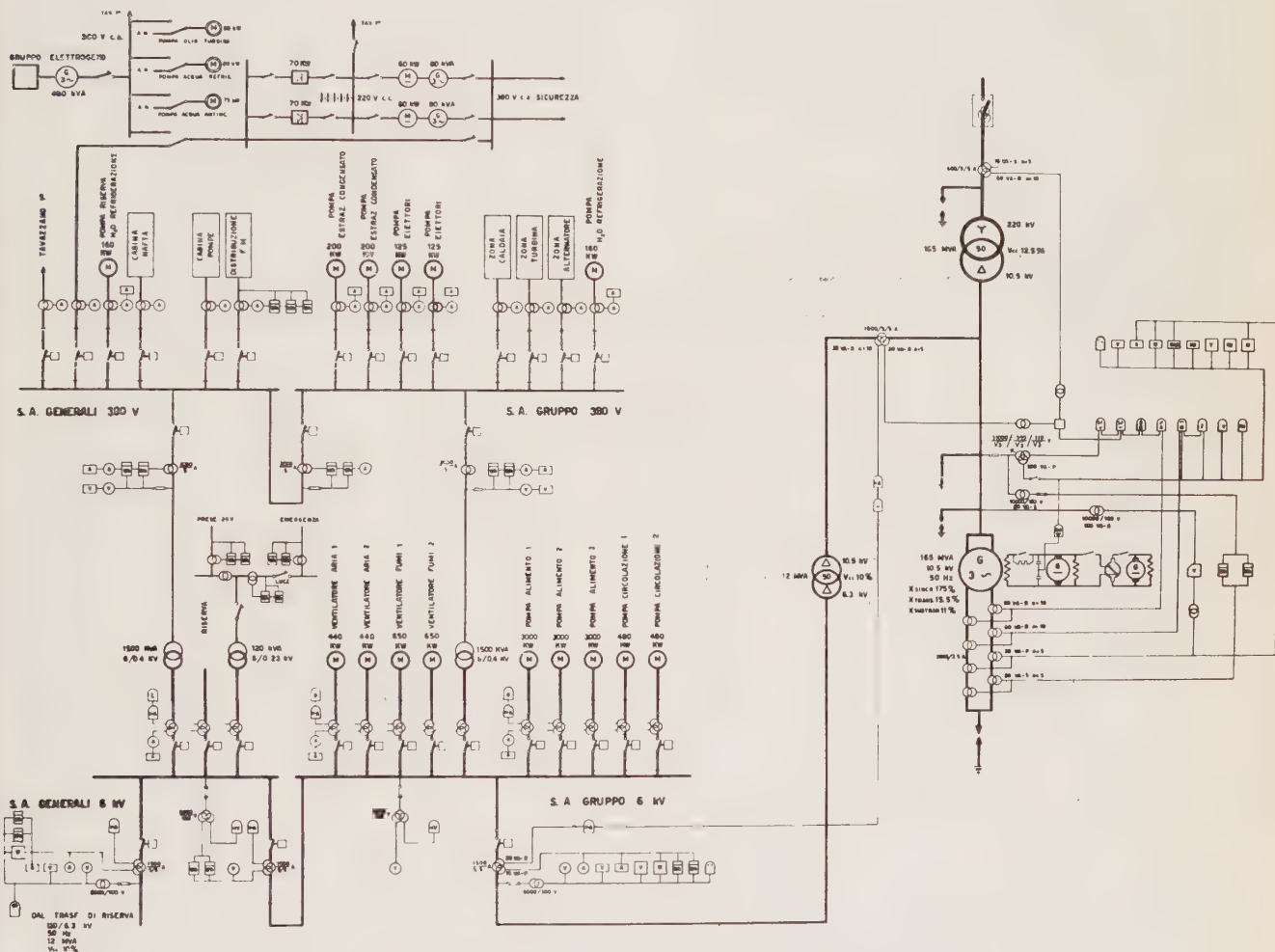


Fig. 14. — Schema elettrico unifilare del gruppo da 140 MW.

- protezione contro i contatti a terra negli avvolgimenti statorico e rotorico;
- protezione differenziale complessiva per l'alternatore ed il trasformatore principale;
- protezione contro i contatti tra spire appartenenti ai due avvolgimenti statorici in parallelo;
- protezione ad impedenza-conduttanza (fa da riserva alle protezioni di macchina e di linea; inoltre protegge il gruppo per guasti in sottostazione non compresi nel campo della protezione differenziale);
- protezione di minima frequenza (evita il funzionamento a carico del gruppo, a frequenze pericolose per l'insorgere di fenomeni vibrazionali nelle fondazioni ipocritiche);
- relè Buchholz (trasformatore elevatore e dei S.A.).

un gioco di sezionatori si può utilizzare un analogo trasformatore, normalmente destinato alla alimentazione di riserva per Tavazzano I (fig. 15).

Per assicurare la continuità di alimentazione dei servizi ausiliari in caso di blocco del gruppo od anche in caso di forte abbassamento di tensione o frequenza di rete, si opera la commutazione automatica su rete di riserva.

La commutazione avviene dopo una breve interruzione (circa 1,5 s) per dar tempo ai motori di smagnetizzarsi e ridurre così entro limiti tollerabili la corrente assorbita alla reinserzione.

Per contenere la caduta di tensione durante il successivo spunto dei motori, ad un valore tale da consentirne la ripresa di giri, viene effettuato il distacco automatico di una delle due pompe di alimento in servizio. Essa

viene riavviata, pure automaticamente, dopo diversi secondi, quando è terminata la sovracorrente di spunto.

La caldaia, seppure a circolazione forzata a basso contenuto d'acqua, sopporta questa temporanea deficienza di alimentazione.

La distribuzione a 6300 V è effettuata con neutro isolato, mentre la distribuzione a 380 V ha il neutro rigidamente a terra. Nella progettazione della rete di alimentazione dei servizi ausiliari è stato seguito uno schema a

blindato con semplice sbarra in aria e interruttori aventi una capacità di rottura sufficiente ad interrompere i cortocircuiti anche quando i due trasformatori da 1600 kVA funzionano in parallelo. La sottodistribuzione locale a 380 V per i motori di potenza inferiore a 100 kW è effettuata per mezzo di batterie a cassette in ghisa contenenti gli automatismi per gli interventi automatici dei vari servizi.

I cavi a 6,3 kV sono del tipo in neoprene armati, con

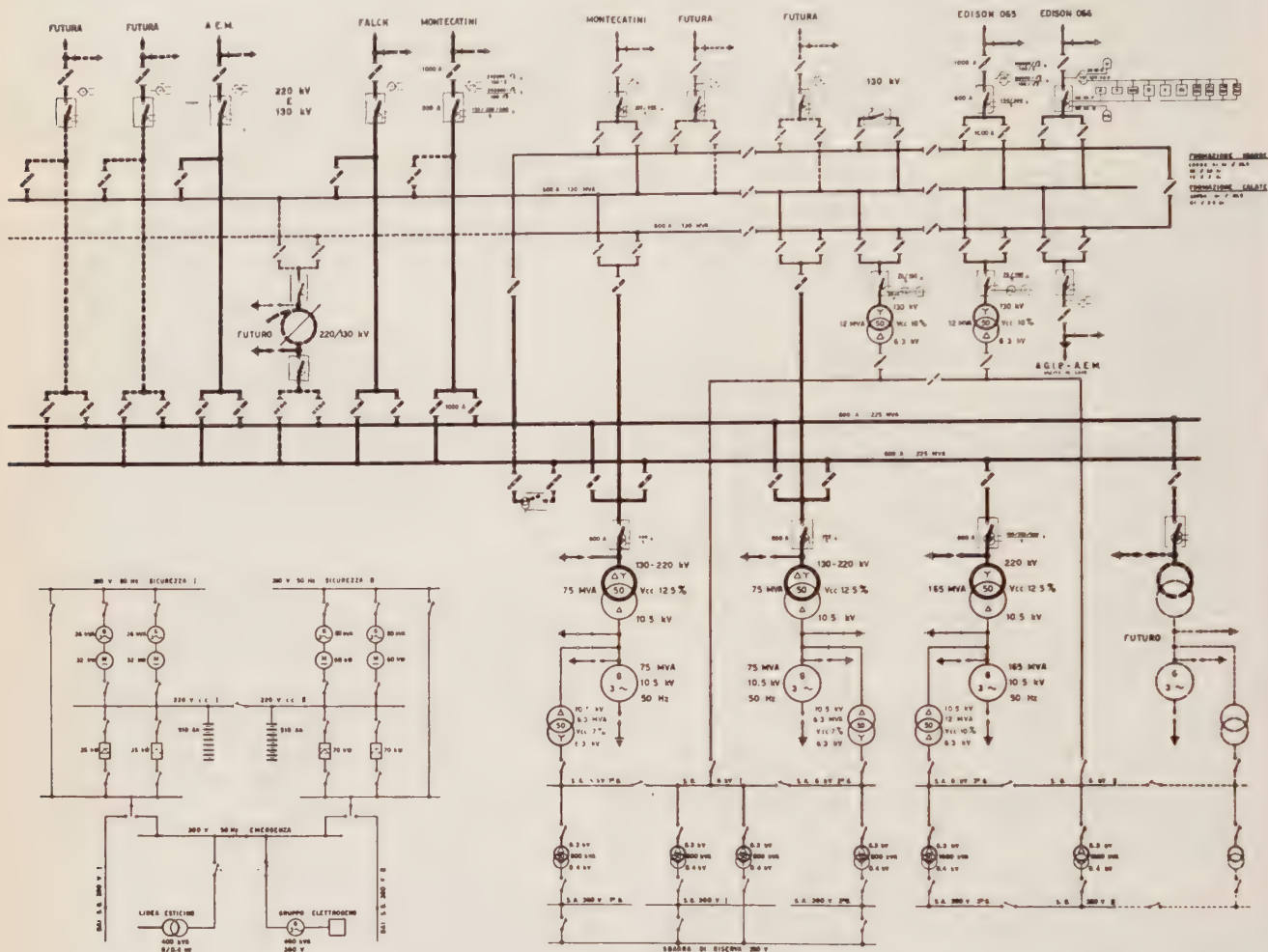


Fig. 15. — Schema elettrico complessivo della Centrale e sottostazione.

distribuzione radiale a semplice sbarra facendo affidamento, per aumentare la sicurezza, su un adeguato proporzionamento e scelta delle apparecchiature e del macchinario.

Il trasformatore di gruppo da 12 MVA è provvisto di regolazione sotto carico della tensione nel campo $\pm 10\%$ ottenuta per mezzo di un booster, in serie sulla linea a 6 kV, sistemato nella stessa cassa del trasformatore principale. I trasformatori di avviamento invece hanno soltanto un commutatore manovrabile a vuoto sull'avvolgimento di AT.

Per la distribuzione a 6,3 kV sono stati impiegati quadri a sbarre blindate tipo Metal Clad, con interruttori in aria di tipo estraibile a deionizzazione magnetica, provvisti di soffio aggiuntivo d'aria compressa per l'interruzione delle piccole correnti di esercizio. I comandi a distanza sono elettrici a solenoide in c.c.

L'alimentazione dei servizi a 380 V avviene attraverso due trasformatori abbassatori da 1600 kVA con riserva del 100%.

Il quadro generale di distribuzione a 380 V è di tipo

isolamento in gomma di butile e schermatura delle singole fasi.

I cavi a 380 V sono in neoprene e gomma sintetica, senza armatura. I cavi di segnalamento sono isolati con materiale termoplastico.

I motori asincroni sono tutti con rotore in c.c. per avviamento diretto a piena tensione. Sono di tipo chiuso con ventilazione a mantello, ad esclusione dei tre motori delle pompe alimento, che sono provvisti di refrigeranti ausiliari ad acqua. I servizi ausiliari indispensabili per l'arresto del gruppo sono dotati di riserve azionate da motorini in c.c.

L'alimentazione in c.c. a 220 V è assicurata da due raddrizzatori al selenio da 70 kW, provvisti di regolazione di tensione ad amplificatori magnetici. In caso di emergenza interviene una batteria al piombo da 1000 Ah, mantenuta normalmente in carica di mantenimento da apposito raddrizzatore ausiliario. Il gruppo comprende anche un raddrizzatore per la carica a fondo ed è completamente automatico.

Le regolazioni elettriche, i circuiti di segnalazione, la

illuminazione di emergenza, l'impianto interfonico e le altre apparecchiature che richiedono la alimentazione in c.a. con assoluta continuità, fanno capo a due gruppi di conversione rotanti a 220 V c.c./380 V c.a. (uno di riserva all'altro) della potenza di 80 kVA. Essi sono dotati di regolazione fine di tensione e di frequenza.

In caso di mancanza di qualsiasi sorgente esterna di energia, i servizi indispensabili per l'arresto dei gruppi sono alimentati da un gruppo elettrodiesel di emergenza da 500 kVA ad avviamento automatico, che può assumere il pieno carico in 10 s. Esso provvede anche alla ricarica della batteria di accumulatori ed alla alimentazione di una elettropompa antincendio.

SOTTOSTAZIONE ALL'APERTO.

È in comune con la preesistente Centrale (fig. 13) Ad essa fanno capo complessivamente 7 linee ad alta tensione (tre a 220 kV e quattro a 130 kV).

Questi elettrodotti per lo più di lunghezza limitata, sono largamente sufficienti per la trasmissione ai centri di consumo dell'energia elettrica prodotta dalla Centrale e per l'alimentazione di riserva dei servizi ausiliari. La stazione è anche un importante centro di interconnessione; in essa normalmente si effettua il parallelo fra le più importanti reti ad alta tensione della Lombardia.

La stazione è provvista di due sbarre omnibus a 220 kV, una sbarra omnibus ad anello, ed una semplice a 130 kV. È in corso la installazione di un autotrasformatore d'interconnessione 130-220 kV da 165 MVA.

Gli interruttori sono tutti del tipo a volume di olio ridotto, i sezionatori sono del tipo a due isolatori ad apertura orizzontale.

Le intelaiature di sostegno sono a traliccio in acciaio zincato, con fondazioni palificate od a gravità.

I trasformatori principali sono dotati di protezione automatica ad acqua nebulizzata e di saracinesche a comando rinviato per lo scarico rapido dell'olio in apposite vasche interrate.

SALA CONTROLLI - REGOLAZIONI AUTOMATICHE.

La sala controlli è ubicata nel fabbricato quadri alla quota di governo (q. 9,00) in posizione baricentrica rispetto all'impianto in modo da rendere più brevi i collegamenti con gli organi di regolazione, comando e misura dei macchinari, ed inoltre rapidamente accessibili al personale di turno la turbina e la caldaia. Essa comprende due quadri verticali affacciati, di cui uno a pianta rettilinea.

Il banco di manovra a pianta curvilinea è iscritto in una fascia circolare concentrica al quadro a pianta curva, in modo da rendere facile la lettura dei registratori montati sui quadri al personale che sta eseguendo le manovre al banco.

Quest'ultimo è dotato di un pulpito dove trovano alloggio gli strumenti indicatori, mentre sul leggio, trovano posto i manipolatori di manovra inseriti in uno schema animato, a luce fissa e pulsante, ripartito in scomparti rispettivamente per il governo della caldaia, della turbina, dell'alternatore e dei servizi ausiliari.

Nei quadri verticali sono sistemati gli strumenti registratori ed i relè di protezione. Le segnalazioni di allarme sono sistemate in un velario posto superiormente ai quadri con scritte a grandi caratteri in modo da renderle facilmente leggibili da qualunque posizione della sala quadri.

Tutti i comandi e le telemisure della sala quadri sono di tipo elettrico, con la sola eccezione dei pressodeprimometri.

Gli amplificatori per le regolazioni, i relè ausiliari per gli automatismi, i comandi e gli allarmi ed altre apparecchiature elettriche delicate sono sistemati nel sottoquadro, su apposite intelaiature a giorno.

In esso si realizza anche lo smistamento dei cavi mul-

tipli di comando, misura e segnalazione provenienti dalle varie zone della Centrale.

Tra le varie regolazioni meritano particolare menzione quelle della caldaia a circolazione forzata, che sono totalmente automatiche, non essendo possibile la regolazione manuale a causa della piccola inerzia termica e quindi della grande rapidità con la quale possono variare le grandezze in gioco.

Le riassumiamo brevemente:

1) Regolazione portata combustibili (nafta e metano): è sensibile al carico della turbina ed alla pressione del vapore AP.

2) Regolazione del rapporto aria/combustibili: è possibile stabilire il valore più opportuno di eccesso d'aria in funzione del carico e del tipo di combustibile.

3) Regolazione di depressione in camera di combustione sensibile al carico di caldaia ed alla depressione.

4) Regolazione alimentazione caldaia: è sensibile alla portata vapore saturo e ad una temperatura misurata all'uscita dell'evaporatore.

5) Regolazione di velocità delle pompe alimento, ottenuta per mezzo di giunto idraulico Voigth, sensibile al Δp sulla valvola di regolazione alimento.

6) Regolazione della temperatura vapore surriscaldato e risurriscaldato, realizzata per mezzo di iniezioni d'acqua combinata con l'inclinazione dei bruciatori e del sistema Triflux.

7) Regolazione del by-pass vapore AP, che si apre in caso di eccessivo aumento della pressione vapore uscita caldaia.

8) Regolazione delle valvole vapore AP uscita caldaia: si chiudono in caso di eccessivo abbassamento della pressione o della temperatura del vapore vivo.

9) Regolazione dello scarico al condensatore dal by-pass di avviamento, che comprende la riduzione di pressione ed il desurriscaldamento del vapore.

Le regolazioni 1), 2) e 3) sono di tipo completamente elettrico ad induzione con amplificatori elettronici. Le regolazioni 6) sono a rivelazione elettrica e comando oleodinamico. Le rimanenti sono completamente oleodinamiche.

TRATTAMENTO DELL'ACQUA DI APPORTO.

L'acqua di apporto alle caldaie viene fornita da un moderno impianto di demineralizzazione, che è stato dimensionato per i bisogni anche dell'unità futura.

Esso consta di due sezioni in parallelo, ciascuna avente una produttività di 15 m³/h.

L'acqua viene presa dal canale Muzza, dopo filtraggio meccanico (l'acqua di pozzo ha un più elevato contenuto salino e particolarmente di silice) viene inviata ad una prima sezione di pretrattamento dove viene chiarificata e decarbonata per mezzo di solfato di alluminio e idrato di calcio. Si abbattano così le sostanze sospese, la silice colloidale e la durezza temporanea.

Successivamente viene inviata alle due sezioni di demineralizzazione costituite ciascuna da un letto cationico (resina Castell C 300) seguito da un letto anionico a forte basicità (Castell A 100).

Completa l'impianto un letto misto avente funzione di sicurezza e di finale affinamento delle caratteristiche dell'acqua.

L'acqua viene convogliata alla fine a due serbatoi di stoccaggio, dove viene analizzata prima dell'immissione in ciclo. L'impianto è a funzionamento semiautomatico ed è richiesto l'intervento del personale soltanto saltuariamente per le manovre di avviamento e di arresto e per le operazioni di lavaggio e rigenerazione dei filtri.

I comandi sono centralizzati su apposito banco di manovra dove è sistemata anche una completa apparecchiatura di misura.

La rigenerazione delle resine viene fatta con acido cloridrico e soda caustica.

Nella tabella che segue sono riassunte le caratteristiche

dell'acqua prima e dopo il trattamento.

	Acqua Muzza (valori medi)	Acqua demine- ralizzata
Durezza totale	110 ppm (CaCO ₃)	—
Solfati	22 ppm (SO ₄ ⁺⁺)	—
Fluoruri	2 ppm (Cl ⁻)	—
Silice	2,5 ppm (SiO ₂)	< 20 γ
Sodio	3 ppm (Na ⁺)	< 20 γ
Sostanze organiche . .	3 ppm (KMnO ₄)	—
Conducibilità a 25 °C .	250 μS/cm	< 0,10 μS/cm
pH	8	7

COMBUSTIBILI.

Gas naturale.

La cabina all'aperto di decompressione del metano è ubicata in prossimità del canale Muzza, posteriormente al nuovo impianto, in posizione baricentrica in vista del futuro ampliamento (ved. fig. 3).

In essa si effettua la misura del metano in arrivo dal metanodotto, il preriscaldamento a vapore (35 °C) e la decompressione fino alla pressione di adduzione ai bruciatori (1,4 kg/cm²).

Le apparecchiature di misura e di regolazione trovano posto all'interno di cabine metalliche abbondantemente ventilate. La regolazione della temperatura e della pressione sono oleodinamiche del tipo Askania.

Olio combustibile.

Mentre per Tavazzano I è assicurata l'alimentazione continua a gas naturale, per il nuovo impianto fu necessario prevedere lunghi periodi di funzionamento a nafta. Ciò ha richiesto la costruzione di un grande parco combustibili, a notevole capacità di stoccaggio, che è ubicato dal lato opposto della via Emilia rispetto alla centrale (ved. fig. 3) al fine di poter realizzare il raccordo ferroviario senza dover attraversare la via Emilia.

Il deposito comprende tre serbatoi a tetto fisso per nafta da 10 000 m³ ciascuno (uno in fase di costruzione), ed un serbatoio a tetto mobile per nafta (o benzina in futuro) da 5 000 m³. Il deposito è sufficiente per la marcia a pieno carico del gruppo da 140 MW per 50 giorni. È prevista anche la possibilità di ulteriori potenziamenti.

È possibile lo scarico contemporaneo di 8 autobotti. Le pompe di scarico delle autobotti e di travaso ai serbatoi di servizio sotto le caldaie sono raccolte in una cabina seminterrata.

Il parco comunica con l'area della centrale attraverso un cunicolo transitabile che sottopassa la via Emilia, già esistente all'epoca della costruzione, nel quale trovano posto anche le tubazioni nafta, acqua e vapore ed i cavi elettrici.

Per il riscaldamento della nafta e per altri servizi generali è stato installato un trasformatore di vapore, alimentato dal lato primario con vapore di spillamento. Il circuito secondario è alimentato con acqua semplicemente addolcita.

PRIMI RISULTATI DI ESERCIZIO.

La scelta di un ciclo termico spinto e il raggiungimento di un basso valore del vuoto al condensatore con ridotte

perdite allo scarico della turbina hanno permesso al fornitore di poter garantire un consumo specifico, per il complesso turbina e ciclo di preriscaldamento in corrispondenza del carico economico, di 1 900 kcal/kWh.

Le previsioni di calcolo per l'insieme caldaia - turbina - alternatore, basate sulle garanzie date dai singoli costruttori del macchinario, facevano prevedere un consumo specifico complessivo al netto del consumo dei servizi ausiliari di 2 200 kcal/kWh (fig. 16).

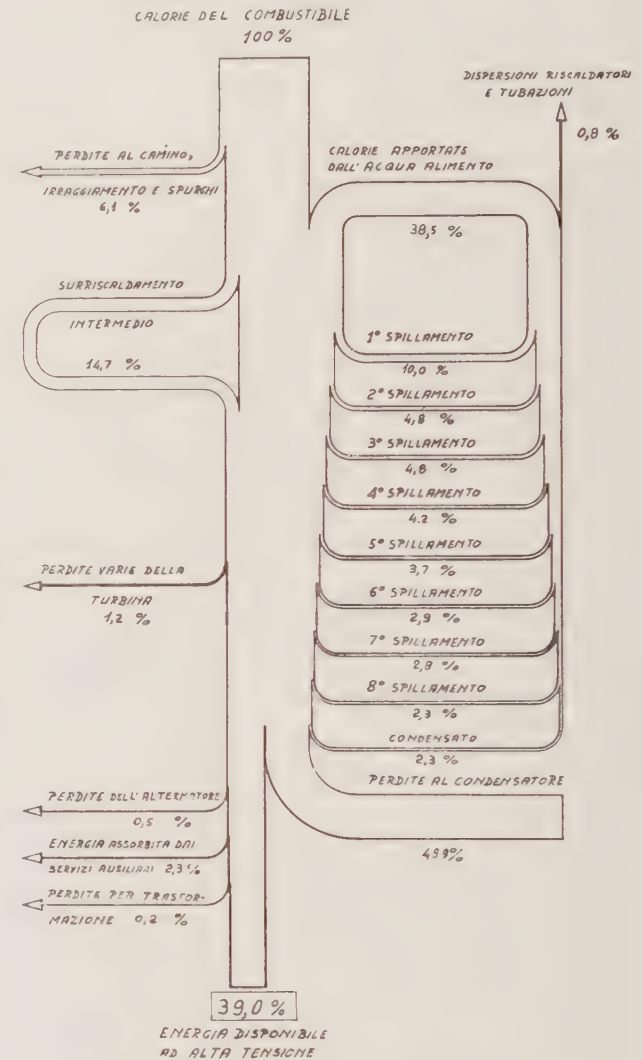


Fig. 16. — Bilancio termico e rendimento.

Il primo periodo di esercizio, svoltosi nella seconda metà dell'anno 1959, ha confermato dette previsioni; precisamente con marcia mista nafta-metano, su una produzione di 336 milioni di kWh è stato realizzato un consumo specifico medio, al netto del consumo dei servizi ausiliari, per energia immessa in rete sull'alta tensione, di 2 224 kcal/kWh.

Manoscritto pervenuto il 28 Aprile 1960.

RETI DI COMMUTAZIONE COSTITUITE CON CIRCUITI A SOGLIA

LUIGI DADDA (*)

Si definiscono come circuiti elementari di commutazione del tipo «a soglia» quei circuiti nei quali la variabile binaria di uscita vale 0 oppure 1 a seconda che il numero delle variabili di entrata (pure binarie) che valgono 1 è maggiore o uguale, oppure inferiore, ad un prefissato numero s , detto soglia dell'elemento. Si illustrano vari tipi di circuiti che soddisfano a tale definizione (circuiti a resistori-transistore, a nuclei magnetici, ad oscillatori parametrici subarmonici), nonché le proprietà generali delle funzioni di commutazione atte a descriverne il funzionamento, e si risolve infine il problema della sintesi di funzioni di commutazione mediante circuiti a soglia, limitatamente al caso di funzioni simmetriche.

Si conclude con qualche esempio di applicazione delle considerazioni svolte.

1. - INTRODUZIONE.

La costituzione delle cosiddette reti di commutazione (con le quali sono composte le calcolatrici elettroniche digitali, nonché certi sistemi di telemisura e di regolazione, ecc.) dipende, come è noto, dall'uso di pochi elementi, caratterizzati da semplici proprietà, e generalmente usati in grande numero per ottenere gli scopi desiderati.

Lo studio di tali reti, in questi ultimi anni e ancora attualmente condotto con grande intensità, si svolge su due principali direttive: da una parte si mettono a punto metodi per una più efficiente utilizzazione degli elementi costitutivi (algebre binarie, processi di semplificazione di reti di commutazione, ecc.), dall'altra si ricercano nuovi circuiti elementari, sfruttando nuovi fenomeni o perfezionando circuiti già noti, dotati di caratteristiche (durata, sicurezza di funzionamento, consumo, ingombri, ecc.) che li rendono preferibili a quelli finora usati.

Fra i nuovi elementi recentemente proposti, ve ne sono alcuni che possono essere designati, per la ragione che subito si dirà, come «circuiti a soglia».

Si vogliono indicare (vedi fig. 1) con tale denominazione quei circuiti binari caratterizzati dalla seguente proprietà: la variabile di uscita vale «0» (oppure «1») ⁽¹⁾ solamente se s o più delle n entrate ($s \leq n$) vale 1, altrimenti vale «1» (oppure «0»).

È interessante notare come alcuni dei circuiti binari elementari usualmente adottati si possono classificare come circuiti a soglia. Così infatti si riconosce che la «somma logica» di n variabili e l'operazione detta di Peirce (vedasi per es. in [1]) sono realizzabili con circuiti a soglia, con s pari ad n . È noto come lo studio dei circuiti di commutazione costituiti con tali elementi si possa convenientemente condurre con metodi già ampiamente studiati.

Non risulta invece allo scrivente che siano state studiate le proprietà dei circuiti con soglia s qualsiasi, ad eccezione di alcuni lavori nei quali detti circuiti venivano assunti come modelli dei neuroni [2, 3], e di un lavoro

di S. Muroga [4] dedicato allo studio di un particolare circuito a soglia («parametron») cui si accennerà nel successivo punto.

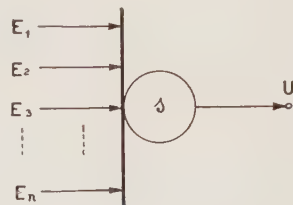


Fig. 1. — Simbolo grafico per un circuito binario «a soglia s »: la variabile di uscita, U , vale 0 solamente se il numero delle variabili di entrata che valgono 1 è uguale o superiore alla soglia s ; altrimenti vale 1.

È parso pertanto interessante prendere in considerazione l'argomento anche perché, come verrà mostrato, i circuiti a soglia, si descriverà qui brevemente qualcuno dei modi con cui essi possono essere realizzati.

2. - DESCRIZIONE DI ALCUNI CIRCUITI A SOGLIA.

Prima di passare, nei successivi punti, ad illustrare le proprietà delle reti di commutazione costituite con circuiti a soglia, si descriverà qui brevemente qualcuno dei modi con cui essi possono essere realizzati.

Un primo circuito è quello illustrato nella fig. 2, costituito da un transistor (nella figura del tipo $n-p-n$) e da una rete di resistori. Il circuito è ben noto, ed è stato utilizzato per la realizzazione delle funzioni di Peirce o

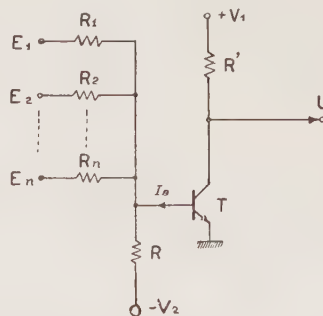


Fig. 2. — Circuito per la realizzazione di un elemento a soglia: il transistor T risulta bloccato ($U = 1$) quando il numero delle variabili di entrata che valgono 1 è inferiore alla soglia s ; altrimenti il transistor T è saturato ($U = 0$).

Sheffer [1], cioè come circuito con soglia pari a «1» oppure ad « n », ma, come ha messo in evidenza S. C. Chao [5], esso può essere progettato anche per una soglia s arbitrariamente assegnata.

Infatti, supponendo tutti fra loro uguali i resistori

(*) Dr. ing. LUIGI DADDA, dell'Istituto di Elettrotecnica generale del Politecnico di Milano.

(1) Le variabili di entrata binarie possono essere rappresentate o da due distinte tensioni (o correnti) o da due distinte fasi, che convenzionalmente verranno rappresentate con «0» ed «1».

$R_1 \dots R_n$ colleganti la base del transistor T con le varie entrate E_1, \dots, E_n , si può progettare il circuito in modo che la corrente di base I_B risulti uscente (come in figura), e pertanto il transistor risulti bloccato ($U = 1$), quando le entrate E_i aventi il valore 1 sono in numero minore di s , mentre quando esse eguagliano o superano s la corrente I_B risulta entrante nella base e di valore tale da saturare il transistor T ($U = 0$).

Si noti che, attribuendo alle resistenze $R_1 \dots R_n$ collegate con le entrate valori tra loro diversi, per es. sottomultipli interi di una data resistenza R , si può assegnare alle varie entrate un peso pari al rispettivo sottomultiplo. Così per es., se R_1 vale $R/2$, il peso di E_1 sarà 2.

In tale caso il funzionamento del circuito obbedisce alla seguente regola: la variabile di uscita U vale 1 (transistor T bloccato) quando la somma dei pesi delle variabili che assumono il valore 1 è inferiore alla soglia s , altrimenti U vale 0.

È importante notare come dallo studio del circuito risulta che, per un dato transistor e per date tolleranze nei valori delle resistenze in gioco nel circuito, la somma totale dei pesi non può superare un certo valore massimo [5].

Una seconda categoria di circuiti a soglia è quella basata sulla utilizzazione di nuclei ferromagnetici con caratteristica di isteresi quasi rettangolare. Numerosi sono i circuiti comprendenti tali nuclei [6]; qui ci si limiterà ad illustrarne il principio di funzionamento comune, che è basato sulla composizione delle f.m.m. dovute a correnti (rappresentanti le variabili binarie) circolanti in avvolgimenti tutti concatenati con lo stesso nucleo.

Si consideri (vedi fig 3) un nucleo magnetico (per chiarezza di disegno rappresentato con una sbarra rettilinea, ma che è in realtà di forma toroidale) concatenato con

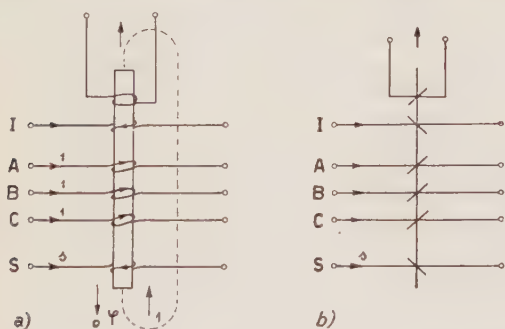


Fig. 3 a). — Nucleo magnetico con ciclo rettangolare usato per la realizzazione di circuiti a soglia: se il nucleo è preventivamente saturato nella direzione 0 dalla corrente I , le correnti rappresentanti le variabili di entrata A, B, C produrranno l'inversione del flusso (nella direzione 1) solamente se la somma algebrica delle rispettive f.m.m. supererà quella prodotta dalla corrente s .

b). — Schematizzazione del nucleo con i relativi avvolgimenti.

vari avvolgimenti, per semplicità disegnati tutti con una sola spira, e si supponga che esso sia stato preventivamente magnetizzato in un determinato verso (indicato convenzionalmente con «0») mediante un impulso di corrente circolante nell'avvolgimento I .

Ciascuna delle correnti $A, B, C \dots$ rappresentanti le variabili di entrata sia di valore sufficiente a invertire il verso della magnetizzazione; tale valore verrà assunto come unitario.

Nell'avvolgimento S (di soglia) si faccia circolare una corrente di valore s , producendo una f.m.m. opposta a quella dei precedenti avvolgimenti. Sia le correnti A, B, C , sia la corrente s sono sotto forma di impulsi occorrenti contemporaneamente e di uguale durata, mentre la corrente I , pure impulsiva, alimenta il rispettivo avvolgimento nell'intervallo tra due impulsi consecutivi di S .

Per quanto detto, all'occorrere del successivo impulso I (detto di «interrogazione»), che tende sempre a ma-

gnetizzare il nucleo nello stato «0», il nucleo potrà o trovarsi nello stato «0», oppure nello stato «1», a seconda che il numero di entrate che valgono 1 sarà stato inferiore o uguale alla soglia s oppure superiore, rispettivamente.

Nel primo caso (nucleo nello stato 0) non si avrà nessun cambiamento di flusso per effetto dell'impulso I e perciò nessuna f.e.m. nell'avvolgimento di uscita, nel secondo caso invece, dovendo cambiare il verso della magnetizzazione, si avrà una f.e.m. indotta in tale avvolgimento che potrà essere utilizzata, o direttamente o tramite un circuito normalizzatore, per generare un impulso di corrente che verrà utilizzato come grandezza di entrata in altri circuiti simili a quello descritto.

È importante notare che i «pesi» delle variabili di entrata possono essere facilmente stabiliti sia in valore sia in segno (variando le spire degli avvolgimenti di entrata ed il senso di percorrenza della corrente), a differenza del circuito precedentemente descritto (v. fig. 2) dove i pesi non possono che essere tutti dello stesso segno.

Una terza categoria di circuiti a soglia è infine quella basata sui cosiddetti oscillatori subarmonici parametrici; a tale categoria appartiene il cosiddetto «parametron», inventato nel 1952 da Goto [8, 9].

I detti circuiti sono costituiti (fig. 4) da un risonatore nel quale il parametro induttanza o capacità viene fatto periodicamente variare mediante una corrente o tensione alternata detta di «pompaggio». Nel caso più semplice la frequenza f_p di pompaggio vale il doppio della frequenza media di risonanza f_r del risonatore. Si verifica

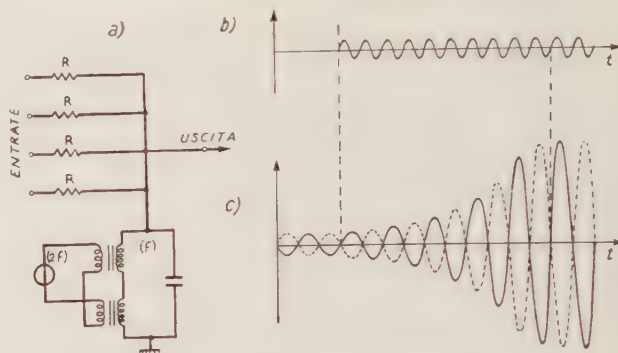


Fig. 4. — Oscillatore subarmonico parametrico usato come circuito a soglia. La fase della tensione finale ai morsetti del risonatore, c), dipende dalla fase della tensione iniziale: questa a sua volta è quella della risultante delle varie tensioni rappresentanti le variabili di entrata.

b). — corrente di pompaggio.

allora che, se il risonatore è sede di una piccola oscillazione naturale di frequenza f_r (smorzata per effetto delle perdite), e si applica la frequenza di pompaggio, si ottiene un rapido aumento della oscillazione di frequenza f_r , per effetto dell'accoppiamento esistente tra i due circuiti, dovuto alla variazione periodica di un parametro (L o C) del risonatore. La fase della oscillazione a frequenza f_r ottenuta può essere o «0» o « π », a seconda della fase della oscillazione iniziale: a tale fase può venire convenzionalmente attribuito il significato di 0 o di 1 rispettivamente.

La fase iniziale dell'oscillazione f_r , che determina la fase della oscillazione finale, è a sua volta determinata dalla fase della risultante di correnti o tensioni a frequenza f_p con fase 0 o π ricavate da altri circuiti: in altre parole, la fase iniziale è quella della differenza tra la somma delle correnti o tensioni di entrata con fase 0 e la somma di quelle con fase π .

Per tale motivo il parametron viene anche indicato come elemento di tipo «a maggioranza» («majority decision element»), ma può convenientemente essere catalogato, come qui si farà, tra gli elementi a soglia, tenuto

conto della possibilità di alimentare una o più entrate con correnti o tensioni costanti che permettono di stabilire a piacere il valore della soglia.

È importante notare che, una volta che l'oscillazione iniziale è stata amplificata per effetto della frequenza pompante, le correnti o tensioni rappresentanti le variabili di entrata (che hanno determinato il valore iniziale della fase) possono anche annullarsi: l'elemento possiede cioè proprietà di « memoria » binaria, come il nucleo magnetico prima illustrato. Di tale proprietà è importante tener conto nello studio delle proprietà logiche delle reti costituite con tali elementi.

3. - CONFRONTO TRA I VARI TIPI DI CIRCUITI A SOGLIA.

I tre tipi di circuiti illustrati nel precedente punto sono, come mostrato, tutti classificabili come circuiti a soglia, tuttavia esistono alcune differenze nel loro comportamento che conviene qui mettere in evidenza, in quanto influenzano sensibilmente le modalità del loro uso.

Così, per quanto riguarda il *segno dei pesi*, nei circuiti a resistori-transistore, come descritto al precedente punto i pesi non possono essere che positivi (si deve anche tener presente che la somma complessiva dei pesi è limitata da esigenze elettriche).

Nei circuiti a nuclei magnetici, invece, i pesi possono essere sia negativi sia positivi, essendo il loro segno determinato dal verso (che può essere scelto a piacere) della corrente negli avvolgimenti di entrata. Nei parametroni, infine, sempre per quanto riguarda i pesi, questi possono essere o solamente positivi, oppure sia positivi sia negativi, a seconda del tipo di circuito di accoppiamento [8, 9].

Una fondamentale differenza tra i parametroni e gli altri due circuiti è costituita dal fatto che la grandezza rappresentante le variabili binarie (la fase di una tensione, o corrente, sinusoidale) assume due valori di segno opposto (fase « 0 » oppure « π ») in corrispondenza ai due valori 0, 1. A causa di ciò, una variabile applicata con peso negativo ha lo stesso effetto della stessa variabile ma complementata ⁽²⁾ e applicata con peso positivo. In altre parole la complementazione può essere ottenuta mediante pesi negativi, e viceversa.

Un'altra delle caratteristiche importanti dei detti circuiti riguarda il *ritardo* con cui si produce la variabile di uscita rispetto all'istante di applicazione delle variabili di entrata.

Nel caso dei circuiti a resistori-transistore, tale ritardo è dovuto ai parametri parassiti del circuito (essenzialmente capacità) ed al fenomeno di saturazione del transistore: tali ritardi possono essere ridotti con opportuni espedienti a valori molto piccoli (decine di nanosecondi) talché in molti casi possono essere, almeno dal punto di vista delle proprietà « logiche » del circuito, trascurati.

Non così è degli altri due tipi di circuiti (nuclei e parametroni) nei quali il ritardo con cui si produce la variabile di uscita non è dovuta a fattori secondari, ma al modo stesso di funzionare degli elementi. Così, nei circuiti a nuclei la variabile di uscita viene ottenuta con un impulso, di « interrogazione », che *deve* seguire nel tempo gli impulsi di corrente rappresentanti le variabili di entrata; nel parametrono la frequenza di pompaggio deve essere applicata *dopo* che le variabili di entrata hanno determinato una oscillazione iniziale di fase 0 o π , e la variabile di uscita si produce, per amplificazione della piccola oscillazione iniziale, con un ritardo equivalente a numerosi periodi (qualche decina) della frequenza pompante.

A causa delle suddette diversità nel comportamento dei vari tipi di circuiti a soglia, anche i relativi algoritmi risultano di caratteristiche diverse a seconda del circuito considerato.

(²) Si ricorda che il « complemento », \bar{A} , di una variabile binaria A , vale « 0 » quando A vale « 1 », e viceversa.

Nei successivi paragrafi si tratterà delle proprietà e della sintesi delle funzioni di commutazione realizzate con circuiti a soglia, e, per fissare le idee, si considererà particolarmente il circuito a resistori-transistore per il quale, come detto, i pesi non possono essere che positivi e le variabili di uscita non sono disponibili nella forma complementata.

Ci si riserva di prendere in considerazione in successivi lavori il caso degli altri due tipi di circuiti e delle proprietà delle funzioni con essi realizzabili. Si noti tuttavia che quanto detto nei successivi paragrafi è applicabile anche a tali circuiti, dei quali però non vengono, così facendo, sfruttate le maggiori possibilità, per es. quella di poter utilizzare pesi sia positivi sia negativi.

4. - PROPRIETÀ DELLE FUNZIONI BINARIE SIMMETRICHE REALIZZATE MEDIANTE CIRCUITI A SOGLIA.

In questo e nei successivi paragrafi si illustrerà l'uso dei circuiti a soglia per la sintesi di reti di commutazione cosiddette combinatorie, cioè di quelle reti, caratterizzate da una o più uscite e da più entrate, nelle quali le variabili di uscita dipendono dalla combinazione di valori (0, 1) delle variabili di entrata esistenti in un certo istante, ma non dal valore che dette variabili hanno assunto precedentemente all'istante considerato. (Con altre parole, le reti combinatorie sono prive di organi di memoria).

Per la descrizione del funzionamento di una rete combinatoria basta, per quanto detto, assegnare il valore (0, 1) della (o delle) variabile di uscita, U , in corrispondenza di ciascuna delle possibili combinazioni di valori delle variabili di entrata, E_i .

In altre parole, il funzionamento di una rete combinatoria è descritto da una (o più) funzioni:

$$U = U(E_1, E_2, \dots, E_n)$$

di variabili binarie (funzioni binarie).

Tra le funzioni binarie, si considereranno qui quelle cosiddette simmetriche [10], caratterizzate dalla proprietà che il loro valore dipende solamente dal numero a ($0 \leq a \leq n$) delle variabili che assumono il valore 1. Per la rappresentazione tabellare di tali funzioni conviene allora ordinare le variabili raggruppandole per valori crescenti di a (vedi tab. I).

È facile constatare come i circuiti a soglia si prestano in modo particolarmente semplice per la realizzazione delle funzioni binarie simmetriche.

Si riconosce infatti subito come, mediante un solo circuito caratterizzato da n entrate e da una soglia s , si realizzano funzioni simmetriche U soddisfacenti alle seguenti condizioni:

$$\begin{array}{lll} U = 1 & \text{per} & a < a_1 \\ U = 0 & \text{per} & a \geq a_1 \end{array}$$

È di tale tipo la funzione $U_{2,0}$ della tab. I, con $n = 3$ e $a_1 = 2$.

D'ora innanzi si scriverà, per indicare la funzione U di n variabili A_1, A_2, \dots, A_n realizzata da un circuito con soglia s :

$$(1) \quad U = S_s(A_1, A_2, \dots, A_n).$$

Per quanto segue è poi conveniente introdurre una classificazione delle funzioni simmetriche di un qualsiasi numero n di variabili indipendenti, A_1, A_2, \dots, A_n .

Tale classificazione farà riferimento al numero c di sezioni ed al tipo di una data funzione.

Per « sezione » di una funzione si intende indicare uno dei vari gruppi di zeri (o di uni) consecutivi che appaiono nella tabella che definisce la funzione, quando le variabili siano ordinate secondo i numeri a crescenti. Il numero delle sezioni verrà indicato con c .

Così, come esempio, nella tab. I le funzioni $U_{2,0}$ ed

$U_{2,1}$ sono composte di $c = 2$ sezioni, le funzioni $U_{3,0}$ e $U_{3,1}$ di $c = 3$ sezioni, ecc.

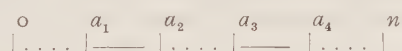
Si noti che il massimo valore possibile per c è dato da $n + 1$ (n = numero delle variabili).

TABELLA I. — Esempi di funzioni simmetriche di $n = 3$ variabili binarie A, B, C .

A	B	C	a	$U_{2,0}$	$U_{2,1}$	$U_{3,0}$	$U_{3,1}$	$U_{4,0}$	$U_{4,1}$
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
0	1	0		1	0	0	0	0	1
1	0	0		1	0	0	0	0	1
0	1	1	2	0	1	1	1	1	0
1	0	1		0	1	1	1	1	0
1	1	0		0	1	1	1	1	0
1	1	1	3	0	1	0	1	0	1

Inoltre, una funzione simmetrica verrà indicata « di tipo 0 », oppure « di tipo 1 », a seconda che per $a = n$ la funzione vale « 0 » oppure « 1 » rispettivamente.

Una funzione simmetrica risulta così completamente definita quando se ne assegni il tipo (0 o 1) ed i numeri a_1, a_2, \dots, a_{c-1} (« indici delle sezioni ») iniziali di ciascuna delle sezioni (si noti che la 1^a sezione inizia con $a = 0$). Per la rappresentazione delle funzioni simmetriche sarà anche utile introdurre diagrammi del seguente tipo:



(che rappresenta una funzione di n variabili, con $c = 5$ sezioni, di tipo 0) nei quali i segmenti punteggiati rappresentano le sezioni nelle quali la funzione vale « 0 » ed i segmenti continui le sezioni nelle quali la funzione vale « 1 ».

Si consideri ora una espressione del tipo:

$$(2) \quad U = S_s [A_1, A_2, \dots, A_n; p_1 S_{s1}; p_2 S_{s2}; \dots p_m S_{sm}] = f(A_1, A_2, \dots, A_n)$$

dove:

$S_{s1}, S_{s2}, \dots, S_{sm}$ sono espressioni dello stesso tipo di quella scelta. Esse possono a loro volta dipendere dalle variabili indipendenti $A_1 \dots A_n$ sia direttamente sia tramite altre funzioni a soglia;

s_1, s_2, \dots, s_m indicano i valori di soglia delle suddette espressioni;

p_1, p_2, \dots, p_m sono i pesi con cui S_{s1}, \dots, S_{sm} , entrano nella S_s ;

s è il valore della soglia della espressione S_s .

L'espressione scritta è il tipo più generale di espressione composta di soli elementi a soglia, soggetta alla unica restrizione (che varrà per tutto quanto si dirà nel seguito) che le variabili A_1, A_2, \dots, A_n appaiono sempre insieme con lo stesso peso (assunto come unitario) ed in forma non complementata ⁽³⁾. È allora conveniente indicare con:

$$\mathbf{A} = (A_1, A_2, \dots, A_n)$$

⁽³⁾ È importante notare che si possono considerare espressioni più generali della (2) ammettendo che le variabili possano apparire (anche in parte) complementate e con pesi diversi. Tale caso non verrà qui considerato.

Si noti d'altra parte che la restrizione qui introdotta è pienamente giustificata dal fatto che le funzioni considerate sono di tipo simmetrico.

l'insieme delle variabili indipendenti, per cui la (2) si può scrivere:

$$(3) \quad U = f(\mathbf{A}) = S_s [\mathbf{A}, p_1 S_{s1}, p_2 S_{s2}, \dots, p_m S_{sm}]$$

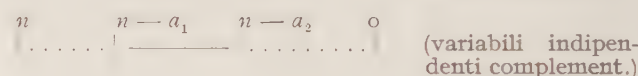
Come verrà mostrato nel successivo punto, è sempre possibile ed in vari modi, determinare i parametri: $s, p_1, s_1, p_2, s_2, \dots$ nonché gli argomenti delle espressioni S_{s1}, \dots, S_{sm} in modo che l'espressione rappresenti una funzione simmetrica, assegnata mediante i suoi indici di sezione a_1, a_2, \dots, a_{c-1} ed il suo tipo. In altre parole, i parametri $s, p_1, s_1, p_2, s_2, \dots$ ecc. risultano funzioni degli indici di sezione e del tipo della funzione data.

Si illustreranno ora alcune delle più importanti proprietà delle espressioni a soglia.

a) Data l'espressione di una funzione simmetrica con c dispari, costruita mediante le sole variabili non complementate, si ottiene una espressione equivalente, ma facente uso delle sole variabili complementate, mediante la sostituzione:

$$(4) \quad \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{c-1} \\ (n - a_{c-1} + 1) & (n - a_{c-2} + 1) & \dots & (n - a_1 + 1) \end{pmatrix}$$

Si consideri infatti la funzione definita mediante gli indici di sezione: a_1, a_2, \dots, a_{c-1} . Si noti innanzitutto che, considerando la stessa funzione come dipendente dalle variabili complementate, ad un generico numero a corrisponde il numero $n - a$, e che, se a è un indice di sezione a_i , il numero $n - a_i$ rappresenta, per le variabili complementate, il maggiore dei numeri a della rispettiva sezione, come è illustrato nel seguente esempio ($c = 3$, tipo 0):



Pertanto, nel caso di variabili indipendenti complementate, gli indici di sezione valgono, a cominciare dai più piccoli:

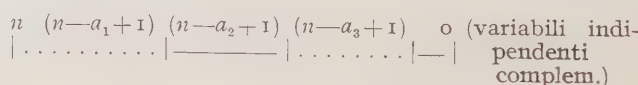
$$n - a_{c-1} + 1; n - a_{c-2} + 1; \dots; n - a_1 + 1$$

D'altra parte, se c è, come supposto, dispari, la funzione considerata come dipendente dalle variabili complementate, è dello stesso tipo di quella originale.

Da ciò consegue che la sostituzione di indici (4) applicata ad una espressione valevole per variabili indipendenti non complementate, fornisce una espressione equivalente, in cui però si faccia uso delle variabili complementate.

b) Data l'espressione di una funzione simmetrica con c pari, costruita mediante le sole variabili non complementate, si ottiene una espressione per il complemento della stessa funzione, facente uso delle sole variabili complementate, mediante la precedente sostituzione (4).

Basta infatti ricordare quanto detto poco prima per quanto riguarda i nuovi indici di sezione, ed osservare che, essendo c stato supposto qui pari, l'uso delle variabili complementate modifica il tipo della funzione (se cioè la funzione originale è di tipo 0, la funzione considerata come dipendente dalle variabili complementate è di tipo 1 e viceversa) come appare dal seguente esempio ($c = 4$, tipo 1):



La sostituzione di indici indicata fa corrispondere la sezione estendentesi da o ad a_1 (in cui il valore della funzione è « o ») alla sezione compresa tra o ed $(n - a_3 + 1)$ (in cui la espressione ottenuta fornisce per la funzione il valore 1), e così via per le altre sezioni.

Pertanto l'espressione ottenuta con la sostituzione (4) fornisce il complemento della funzione data.

Come semplice esempio di questa trasformazione, si consideri il caso $c = 2$, tipo o , cioè la semplice funzione a soglia:

$$U = S_{a_1}(\mathbf{A}).$$

Per quanto detto prima, e come del resto facilmente verificabile, si può scrivere:

$$\overline{U} = S_{(n-a_1+1)}(\mathbf{A}).$$

c) Data l'espressione di una funzione simmetrica con c qualsiasi, si ottiene una espressione valevole per una funzione composta da $c - 1$ sezioni e di tipo diverso, ponendo in essa:

$$a_{c-1} > n \quad (\text{per es. } a_{c-1} = n + 1).$$

d) Data l'espressione di una funzione simmetrica con c qualsiasi, si ottiene una espressione valevole per una funzione composta da $c - 1$ sezioni e dello stesso tipo, ponendo in essa:

$$a_1 < 0$$

e con la seguente sostituzione:

$$\begin{pmatrix} a_{c-1} & c_{c-2} & \dots & a_3 & a_2 \\ a_{c-2} & a_{c-3} & \dots & a_2 & a_1 \end{pmatrix}$$

Le due precedenti trasformazioni, c) e d), sono facilmente verificabili in base ai diagrammi delle sezioni, ed è importante notare che, se applicate ripetutamente, esse permettono di ottenere, da una espressione valevole per un certo numero c di sezioni, tutte le espressioni valevoli per funzioni sia di tipo o sia di tipo 1 con numero di sezioni inferiore a c .

Poichè in genere (e come si mostrerà al successivo punto) il numero di elementi a soglia usati per la realizzazione di una data funzione è tanto maggiore quanto maggiore è il numero di sezioni c della funzione, deve essere possibile semplificare le espressioni ottenute applicando le trasformazioni c) e d).

Ciò è effettivamente, come verrà mostrato con un esempio nel successivo punto.

5. - PROCEDIMENTO DI SINTESI DI FUNZIONI SIMMETRICHE MEDIANTE ELEMENTI A SOGLIA.

Nel presente punto si mostrerà un procedimento di sintesi per funzioni simmetriche, basato su espressioni del tipo (2) in cui si supponga però che le funzioni S_{s_1} , S_{s_2} , ecc. abbiano come argomento le variabili A_1, \dots, A_n e non, come in generale (2), altre funzioni a soglia delle stesse variabili:

$$(5) \quad U = S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{s_1}(\mathbf{A}), p_2 S_{s_2}(\mathbf{A}), \dots, p_m S_{s_m}(\mathbf{A})].$$

Le espressioni che si otterranno saranno cioè a due livelli con riferimento al fatto che le variabili determinano il valore della funzione tramite al più due elementi a soglia (4).

(4) La limitazione a due livelli per le espressioni usate corrisponde ad una esigenza di carattere elettrico, in quanto al crescere del numero dei livelli cresce pure il ritardo (dovuto a parametri parassiti, saturazione di transistori, ecc.) con cui si determina la variabile U in seguito alla applicazione delle variabili A_1, \dots, A_n .

Il procedimento di sintesi verrà condotto con il seguente criterio: si considereranno le espressioni del tipo:

$$\begin{aligned} U &= S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{s_1}(\mathbf{A})] \\ U &= S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{s_1}(\mathbf{A}), p_2 S_{s_2}(\mathbf{A})] \\ U &= S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{s_1}(\mathbf{A}), p_2 S_{s_2}(\mathbf{A}), p_3 S_{s_3}(\mathbf{A})] \\ &\text{ecc.} \end{aligned}$$

contenenti un numero m via via crescente di espressioni ausiliarie S_{s_1} , S_{s_2} , ecc. e si determinerà per ciascuna di esse i valori di

$$s, p_1, s_1, p_2, s_2, \text{ ecc.}$$

in modo da realizzare funzioni con il massimo numero possibile di sezioni, c_{max} .

Da tali espressioni «prototipo» si ottengono quelle per tutti i valori $c < c_{max}$ mediante le trasformazioni c) e d) illustrate al precedente punto.

Dall'analisi che segue risulta che le espressioni prototipo sono tutte di tipo « o », e che c_{max} dipende da m secondo la relazione:

$$c_{max} = 2m + 2$$

per cui risulta che le espressioni prototipo sono caratterizzate da un numero di sezioni:

$$c_{max} = 2, 4, 6, 8, \dots \text{ ecc.}$$

per $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ ecc. rispettivamente.

Infatti, i parametri s, p_1, s_1 disponibili nelle espressioni del tipo qui considerato risultano pari a $2m + 1$, come è facilmente verificabile. Pertanto gli indici di sezione a_1, \dots, a_{c-1} delle funzioni rappresentabili con tali espressioni devono essere al più $2m + 1$, ed il numero delle sezioni deve essere, al più, pari a $2m + 2$.

Il problema della sintesi delle espressioni prototipo consisterà allora nella determinazione dei parametri s, p_1, s_1 , ecc. in funzione degli indici di sezione assegnati, a_1, a_2 , ecc.

Si consideri per primo il caso $m = 1$, cioè l'espressione:

$$U = S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{s_1}(\mathbf{A})]$$

che, per quanto detto, può rappresentare una funzione simmetrica con $c \leq 4$.

L'espressione prototipo ($c = 4$) può essere ricavata con le seguenti considerazioni (vedi fig. 5).

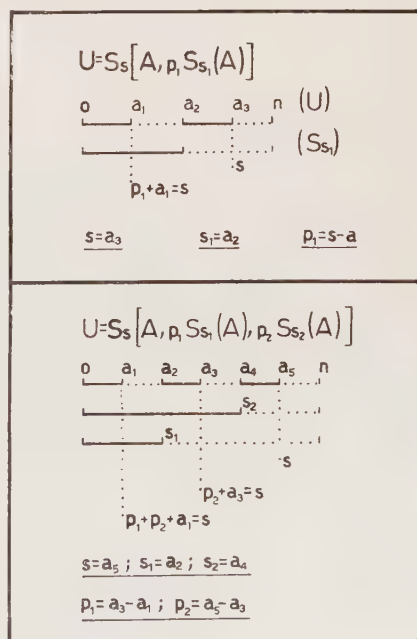


Fig. 5. — Diagrammi per ricavare le espressioni prototipo per funzioni simmetriche di tipo o con 4 e 6 sezioni, rispettivamente.

Assegnati gli indici di sezione (a_1, a_2, a_3), si consideri la funzione:

$$U' = S_{n3}(\mathbf{A}).$$

Come si verifica dal diagramma delle sezioni, essa coincide con la funzione voluta U per $a \geq a_2$.

Si consideri ora l'espressione:

$$U'' = S_{a3}[\mathbf{A}, p_1 S_{a2}(\mathbf{A})]$$

La funzione U'' coincide con la funzione voluta U per $a \geq a_2$, poichè in tale caso $S_{a2}(\mathbf{A})$ risulta nulla.

Per $a < a_2$, $S_{a2}(\mathbf{A})$ vale 1, ed il « livello » delle entrate della funzione $S_{a3}[\mathbf{A}, p_1 S_{a2}(\mathbf{A})]$ risulta dato da:

$$p_1 + a.$$

Pertanto, se si fa:

$$p_1 + a_1 - s = a_3,$$

cioè:

$$p_1 = s - a_1 = a_3 - a_1$$

si otterrà che:

$$\begin{array}{ll} \text{per } a_1 \leq a < a_2 & \text{la funzione } U'' \text{ vale } 0 \\ \text{per } 0 \leq a < a_1 & \text{la funzione } U'' \text{ vale } 1. \end{array}$$

In altre parole, la funzione U'' coincide con la funzione voluta, U , facendo:

$$\begin{cases} s = a_3 \\ s_1 = a_2 \\ p_1 = a_3 - a_1. \end{cases}$$

In modo del tutto simile si trova l'espressione prototipo per il caso $m = 2$, cioè per una funzione di tipo 0, con $c = 6$ sezioni, come è sinteticamente illustrato nella fig. 5, ed è facile constatare come nel caso più generale, assegnata una funzione (prototipo) di tipo 0, e numero c di sezioni pari, se ne possa ottenere l'espressione del tipo (5), facendo:

$$\begin{array}{l} s = a_{c-1} \\ s_1 = a_3 - a_1 \\ p_1 = a_2 \\ s_2 = a_5 - a_3 \\ p_2 = a_4 \\ \vdots \\ s_m = a_{c-2} \\ p_m = a_{c-1} - a_{c-3}. \end{array}$$

Nella tab. II sono state raccolte tutte le espressioni fino a $c = 8$, tipo 0, ottenute da quelle prototipo ($c = 4$, $c = 6$, $c = 8$, tipo 0) mediante le trasformazioni illustrate nel precedente paragrafo.

A tale proposito, si ritiene utile illustrare qui un particolare, cui si è accennato alla fine di tale paragrafo, riguardante la possibilità di semplificare le espressioni, riducendone il numero di elementi a soglia usati, quando, partendo da una espressione prototipo, se ne ottengano le espressioni vevoli per valori di c via via più piccoli.

Si consideri, come esempio (vedi tab. II) il passaggio dalla espressione: $c = 5$, tipo 1:

$$U = S_s[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a2}(\mathbf{A}), p_2 S_{a4}(\mathbf{A})]$$

ove $s > n$ e $p_2 = s - a_3$

alla espressione per $c = 4$, tipo 0, applicando alla precedente la trasformazione $c)$ del precedente paragrafo.

Per essa basta porre nella precedente relazione:

$$a_4 > n$$

Ma, così facendo, il valore di $S_{a4}(\mathbf{A})$ risulta sempre pari

all'unità per qualunque valore di a ($\leq n$), e pertanto la relazione diventa:

$$U = S_s[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a2}(\mathbf{A}), p_2] \quad (s > n; p_2 = s - a_3)$$

Risulta allora che tra gli argomenti di S_s vi è una costante di peso p_2 . Tale costante può essere modificata a piacere, purchè di altrettanto si modifichi la soglia s . In particolare si può modificare la costante da p_2 a 0, e sostituire alla soglia il nuovo valore:

$$s - p_2 = s - (s - a_3) = a_3$$

ottenendo:

$$U = S_{a3}[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a2}(\mathbf{A})]$$

che è identica alla espressione prototipo per $c = 4$, come si era annunciato.

6. - ESEMPLI.

Come conclusione del presente lavoro, si illustreranno ora due esempi di applicazione delle considerazioni svolte.

Si consideri per primo il *sommatore binario*, costituito da una rete di commutazione combinatoria che, alimentata dalle variabili rappresentanti i due addendi, A e B ed il riporto C , genera la somma Σ ed il nuovo riporto R .

Le funzioni Σ ed R degli argomenti A, B, C sono rappresentate dalle funzioni $U_{4,1}$ ed $U_{2,1}$ della tab. I. Da questa si nota come le funzioni volute siano simmetriche (dunque di esse si potrà fare la sintesi secondo il metodo illustrato al precedente punto).

La funzione Σ risulta di tipo 1, composta da $c = 4$ sezioni.

La funzione R è di tipo 1, composta da $c = 2$ sezioni.

Per quanto detto al precedente punto (vedi tab. II), converrà, per risparmiare nel numero di elementi a soglia, considerare le funzioni $\bar{\Sigma}$ e \bar{R} , complementi delle precedenti, in quanto queste risulteranno di tipo 0 e con lo stesso numero di sezioni di Σ ed R , rispettivamente.

Per la funzione \bar{R} si ottiene subito:

$$\bar{R} = S_2(A, B, C)$$

e per la funzione $\bar{\Sigma}$, caratterizzata dagli indici di sezione: $a_1 = 1, a_2 = 2, a_3 = 3$ si ha:

$$\bar{\Sigma} = S_3[A, B, C, 2 S_2(A, B, C)]$$

È importante notare come la funzione ausiliaria contenuta nella espressione Σ coincida con la stessa funzione \bar{R} . Pertanto lo schema di principio del sommatore binario risulta composto come nella fig. 6.

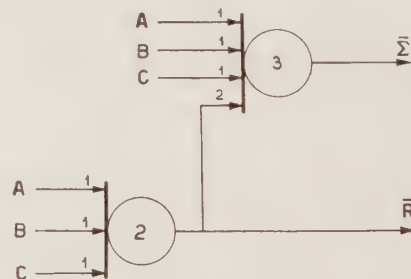
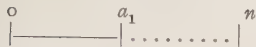
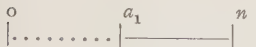
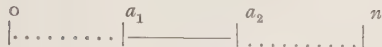

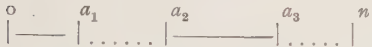
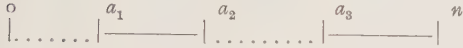


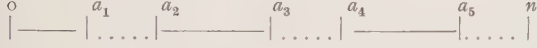
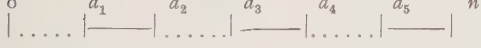


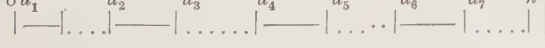


Fig. 6. — Schema di principio del sommatore binario composto da elementi a soglia.

È poi utile notare come, applicando la trasformazione $b)$ del punto 4 alle due funzioni si ottengono le funzioni:

$$R = S_2(\bar{A}, \bar{B}, \bar{C})$$

TABELLA II. — Riassunto di formule per la sintesi di funzioni binarie simmetriche mediante circuiti a soglia.

Definizione delle funzioni (diagrammi delle sezioni)	n. sezioni	tipo	FORMULE DI SINTESI
	2	o	$U = S_{a_1}(\mathbf{A})$
	2	i	$U = S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{a_1}(\mathbf{A})]$ $s > n; p_1 \geq s$
	3	o	$U = S_{a_2}[\mathbf{A}, p_1 S_{a_1}(\mathbf{A})]$ $p_1 \geq a_2$
	3	i	$U = S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{a_2}(\mathbf{A})]$ $s > n; p_1 = s - a_1$
	4	o	$U = S_{a_3}[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a_2}(\mathbf{A})]$
	4	i	$U = S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{a_1}(\mathbf{A}), p_2 S_{a_2}(\mathbf{A})]$ $s > n; p_1 \geq a_2; p_2 = s - a_2$
	5	o	$U = S_{a_4}[\mathbf{A}, p_1 S_{a_1}(\mathbf{A}), (a_4 - a_2) S_{a_3}(\mathbf{A})]$ $p_1 \geq a_2$
	5	i	$U = S_s[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a_2}(\mathbf{A}), p_2 S_{a_4}(\mathbf{A})]$ $s > n; p_2 = s - a_3$
	6	o	$U = S_{a_5}[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a_2}(\mathbf{A}), (a_5 - a_3) S_{a_4}(\mathbf{A})]$
	6	i	$U = S_s[\mathbf{A}, p_1 S_{a_1}(\mathbf{A}), (a_4 - a_2) S_{a_3}(\mathbf{A}), p_3 S_{a_5}(\mathbf{A})]$ $s > n; p_1 \geq a_2; p_3 = s - a_4$
	7	o	$U = S_{a_6}[\mathbf{A}, p_1 S_{a_1}(\mathbf{A}), (a_4 - a_2) S_{a_3}(\mathbf{A}), (a_6 - a_4) S_{a_5}(\mathbf{A})]$ $p_1 \geq a_2$
	7	i	$U = S_s[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a_2}(\mathbf{A}), (a_5 - a_3) S_{a_4}(\mathbf{A}), p_3 S_{a_6}(\mathbf{A})]$ $s > n; p_3 = s - a_5$
	8	o	$U = S_{a_7}[\mathbf{A}, (a_3 - a_1) S_{a_2}(\mathbf{A}), (a_5 - a_3) S_{a_4}(\mathbf{A}), (a_7 - a_5) S_{a_6}(\mathbf{A})]$

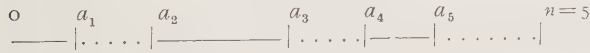
e Il relativo circuito si costruisce facilmente in base a tale espressione.

$$\Sigma = S_3 [\overline{A}, \overline{B}, \overline{C}, 2 S_2 (\overline{A}, \overline{B}, \overline{C})]$$

che forniscono la somma Σ ed il rapporto R in funzione delle variabili complementate \overline{A} , \overline{B} e \overline{C} .

Come secondo esempio di applicazione, si illustrerà un circuito per la *verifica della parità* in un gruppo di 5 bit, di un circuito cioè atto a segnalare la parità del numero di 1 in un gruppo di 5 bit (per es. a scopo di controllo).

La funzione voluta risulta definita dal seguente diagramma delle sezioni:



dove gli indici di sezione valgono:

$$a_1 = 1; a_2 = 2; a_3 = 3; a_4 = 4; a_5 = 5.$$

L'espressione di tale funzione (di tipo o, con $c = 6$ sezioni) risulta (vedi tab. II)

$$U = S_5 [\mathbf{A}, 2 S_2 (\mathbf{A}), 2 S_4 (\mathbf{A})].$$

CONCLUSIONE.

Dopo aver illustrato alcuni tipi di circuiti a soglia, sono state studiate le proprietà generali delle funzioni atte a descrivere reti di commutazione combinatorie costituite con tali circuiti, e si è descritto un metodo di sintesi valevole per funzioni di commutazione simmetriche. In tale metodo le variabili vengono impiegate o tutte complementate o tutte non complementate, e con pesi unitari e positivi.

La possibilità di usare le variabili anche complementate e con pesi diversi da variabile a variabile (eventualmente con pesi anche negativi) torna utile soprattutto nella sintesi delle funzioni non simmetriche, che lo scrivente si riserva di illustrare in un successivo lavoro.

Manoscritto pervenuto il 17 maggio 1960.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. DADDA: *Le operazioni di Peirce e di Sheffer ed il loro uso nello studio di circuiti per calcolatrici elettroniche.* - « Rendiconti dell'Istituto Lombardo », Accademia di Scienze e Lettere, classe di Scienze (A), vol. 93, pagg. 565 ÷ 584 (1959).
- [2] S. C. KLEENE: *Representation of events in nerve nets and finite automata.* Pag. 3 ÷ 41, Automata Studies, Princeton, 1956.
- [3] J. VON NEUMANN: *Probabilistic logic and the synthesis of reliable organisms from unreliable components.* Pagg. 43 ÷ 98, Automata Studies, Princeton, 1956.
- [4] S. MUROGA: *Logical elements on majority decision principle and complexity of their circuit.* - Conferenza Internazionale sul trattamento numerico dell'informazione, memoria G2.10, Parigi, 1959.
- [5] S. C. CHAO: *A generalized resistor-transistor logic circuit and some applications.* - « IRE Transaction on Electronic Computers », vol. EC-8, n. 1, pagg. 8 ÷ 12, 1959.
- [6] R. K. RICHARDS: *Digital computer components and circuits*, Capitolo 5 (ed. Van Nostrand), Princeton, 1957.
- [7] D. ELDRIDGE: *A new high speed digital technique for computer use.* - « Proc. Inst. El. Eng. », parte B, vol. 106, n. 26, pagg. 229 ÷ 236, marzo 1959.
- [8] E. GOTO: *The parametron, a digital computing element which utilizes parametric oscillations.* - « Proc. Inst. Radio Eng. », vol. 47, n. 8, pagg. 1304 ÷ 1316, 1959.
- [9] R. L. WIGINGTON: *A new concept in computing.* - « Proc. Inst. Radio Eng. », vol. 47, n. 4, pagg. 516 ÷ 523, 1959.
- [10] S. H. CALDWELL: *Switching circuits and logical design.* - Cap. 7°, New York, 1958.

DIECI ANNI DI ESERCIZIO CON BOBINA DI ESTINZIONE SU UNA RETE ELETTRICA A MEDIA TENSIONE

G. RONCORONI (*)



Riassunto di una conferenza tenuta alla AEI di Milano il 12 dicembre 1958

Il presente articolo mette in evidenza i soddisfacenti risultati pratici ottenuti in dieci anni di esercizio su una rete elettrica italiana a 50 kV, in seguito all'installazione di bobina di estinzione sul collegamento tra neutro e terra.

A conclusione di una memoria presentata e discussa al Congresso dell'AEI a Bari (1958), è stato illustrato un ampio quadro di confronto tra i diversi modi di collegare a terra il neutro delle reti elettriche. Per giovare alla chiarezza di quello studio si forniscono i risultati pratici raccolti in dieci anni di esercizio di una rete elettrica avente il neutro collegato a terra con bobina di estinzione. Perciò non vengono presentati accenni teorici, per i quali si rimanda a tutta la vastissima letteratura tecnica sull'argomento, ma, come già detto, ci si limita a presentare una scarna esposizione di dati.

PRIMA INSTALLAZIONE DELLA BOBINA.

Sul finire del 1947 la Direzione della Soc. Vizzola decideva di installare una bobina di estinzione sulla propria rete a 50 kV. Sulla base dell'esperienza nord-europea veniva presa tale decisione allo scopo di limitare le conseguenze dannose dovute a sovratensioni causate da guasti verso terra.

Alla decisione faceva seguito, a breve scadenza, la realizzazione pratica, favorita da varie circostanze. Innanzitutto era, allora, disponibile, in Italia, un'adatta bobina di estinzione, già precedentemente costruita e provata su una rete elettrica analoga. In secondo luogo si avevano disponibili, in una centrale idroelettrica opportuna, anche se non situata in posizione elettrica ottima, due trasformatori adatti, muniti di passante di neutro accessibile sul lato 50 kV. (Questo particolare, oggi irrilevante, aveva allora, in regime commissariale dell'energia elettrica, un altro valore. Significava che non si dovevano mettere fuori servizio delle macchine, a detrimento della scarsa produzione, per effettuare lavori di adattamento).

Nello schema della fig. 1 è riprodotta, sinteticamente, la rete 50 kV come si presentava nel 1948, con la bobina installata nella centrale di montagna.

INSTALLAZIONE DEFINITIVA DELLA BOBINA.

Come risulta dallo schema, la posizione della centrale, che per prima venne scelta a sede della bobina, risulta un poco eccentrica rispetto al baricentro naturale della rete. E tale eccentricità si fece avvertire ancor di più col passare degli anni, quando ci si accorse che, esperienza alla mano, la bobina non andava poi male. Ogni qual volta era necessario mettere fuori servizio la linea elettrica, congiungente la centrale col baricentro della rete, si cercava di limitare al massimo tali interruzioni. Ma capitavano, anche durante il servizio, improvvisi distacchi della centrale dalla restante parte della rete; oppure si dovevano effettuare servizi separati con la predetta centrale al fine di meglio utilizzare l'energia. Queste circostanze, che limitavano nel tempo l'inserzione della bo-

bina sul neutro della rete, assieme alla presenza di nuovi trasformatori di caratteristiche adatte nel baricentro della rete, fecero decidere per il trasporto della bobina in questa ultima località. E ciò venne effettuato alcuni anni or sono. In questo nuovo punto la bobina ha ancor meglio assolto le proprie funzioni e soprattutto ha potuto proteggere sempre la rete, anche se, per ragioni contingenti,

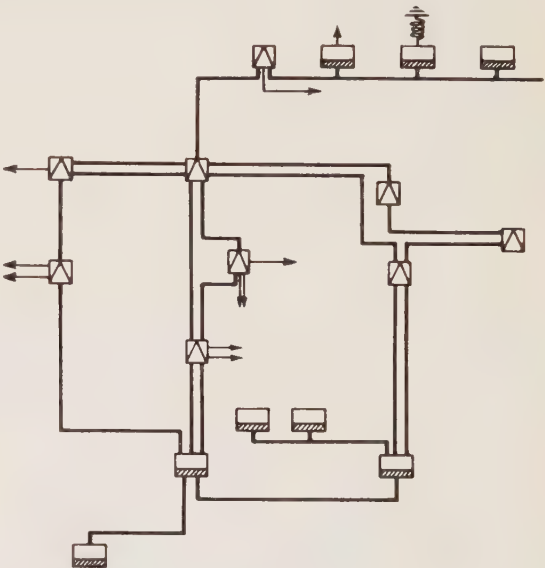


Fig. 1.

alcune linee venivano messe fuori servizio per lavori o per guasti improvvisi.

CARATTERISTICHE DELLA BOBINA E DELLA RETE.

Nella tabella I sono raccolti, in sintesi, i dati più significativi della bobina di estinzione.

TABELLA I. — CARATTERISTICHE DELLA BOBINA.

Bobina di estinzione BBC	
Tipo Jn	N.
Potenza	kVA
Frequenza	Hz
Tensione	V
Intensità di corrente variabile da	A
Induttanza variabile da	H
(mediante inseritore a gradini da manovrarsi a bobina disinserita).	
Durata del carico massimo. h	1

Si richiama l'attenzione:
— sulla possibilità di variare facilmente l'induttanza

(*) Dr. ing. GIULIO RONCORONI, della Vizzola S.p.A.

della bobina (nel rapporto da 1 a 1,67), mediante manovra di un inseritore;

— sulla notevole inerzia termica della bobina stessa, che è in grado di sopportare per un'ora il carico massimo.

Queste due circostanze fanno vedere come sia possibile seguire correttamente le variazioni di rete, per mantenere sempre il voluto grado di dissonanza, e come non vi sia, teoricamente, nessuna urgenza di togliere dal servizio la linea che presenti un guasto permanente a terra (anche se poi, praticamente, la bobina non è mai rimasta sotto carico se non per pochi minuti primi consecutivi).

Nella tabella II sono invece raccolte le principali caratteristiche della rete elettrica 50 kV, metallicamente interconnessa.

TABELLA II. — RETE A 50 kV DELLA SOCIETÀ VIZZOLA

Lunghezza delle palificazioni ad una terna	km	428
Lunghezza delle palificazioni a doppia terna	km	85
Lunghezza totale degli elettrodotti . . .	km	598
Capacità unitaria di una fase verso terna per le palificazioni ad una terna . . .	F/km	$0,00432 \cdot 10^{-6}$
Capacità unitaria di una fase verso terra per le palificazioni a doppia terna . .	F/km	$0,00285 \cdot 10^{-6}$
Capacità totale di una fase verso terra per le palificazioni ad una terna	F	$1,85 \cdot 10^{-6}$
Capacità totale di una fase verso terra per le palificazioni a doppia terna	F	$0,48 \cdot 10^{-6}$
Capacità totale di una fase verso terra dell'intera rete	F	$2,33 \cdot 10^{-6}$
Condizione di risonanza della bobina con con l'intera rete in servizio	H	1,45
Grado di dissonanza medio, considerando le diverse condizioni di funzionamento	%	20

È facile comprendere come in una rete, estesa per quasi 600 km, si possono presentare difetti di isolamento verso terra, che causano guasti vari alle apparecchiature o al macchinario. Con l'installazione della bobina sono stati eliminati parecchi inconvenienti e soprattutto si è miglio-

che prima di aver raggiunto il valore nominale di 60 A. Ciò è dovuto da un lato all'inerzia dello strumento registratore e dall'altro alla rapidità con la quale è stato soffiato ed estinto l'arco verso terra.

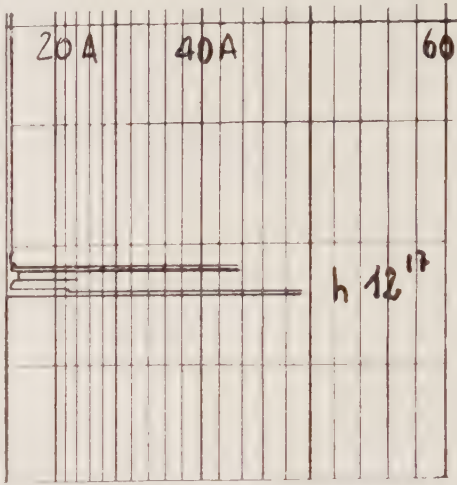


Fig. 3.

Qualche volta si nota una certa durata: segno di guasto permanente a terra, eliminato in seguito alla messa fuori servizio del circuito avariato.

Si può notare la frequenza degli interventi, ciò che costituisce un elemento particolare del sistema e che non presenta nessuna difficoltà, nè impone dei limiti pratici (salvo, come già detto, superare il carico massimo per un'ora consecutiva).

Nella tabella III sono raccolti gli interventi della bobina in questi primi dieci anni.

TABELLA III. — INTERVENTO DELLA BOBINA DI ESTINZIONE

Anno	Numero di interventi
1948	32
1949	41
1950	94
1951	90
1952	60
1953	64
1954	70
1955	47
1956	44
1957	38
1958	49

È facile capire che gli interventi della bobina avrebbero significato altrettante aperture di interruttori per eliminare il guasto, ove la rete fosse rimasta col neutro isolato. Ma è anche noto come sia di difficile soluzione pratica il problema di realizzare una sicura selettività dei vari tronchi fra di loro interconnessi, quando si funziona col neutro isolato. In altri termini, se la rete fosse rimasta col neutro isolato si avrebbero avute interruzioni ben più numerose, appunto per poter individuare ed eliminare il guasto verso terra.

Ci sarebbe oggi un rimedio, almeno parziale, per eliminare i guasti verso terra senza disturbare eccessivamente il servizio nelle reti a neutro isolato. Si potrebbe, cioè, ripiegare sull'apertura e richiusura rapida unipolare degli interruttori. In tal modo non verrebbe compromessa la marcia in parallelo, ma nascerebbero varie complicazioni nella pratica d'esercizio (sovratensione, difficoltà e costo di approvvigionamento delle apparecchiature, ecc.) per cui il rimedio potrebbe forse essere peggiore del male.

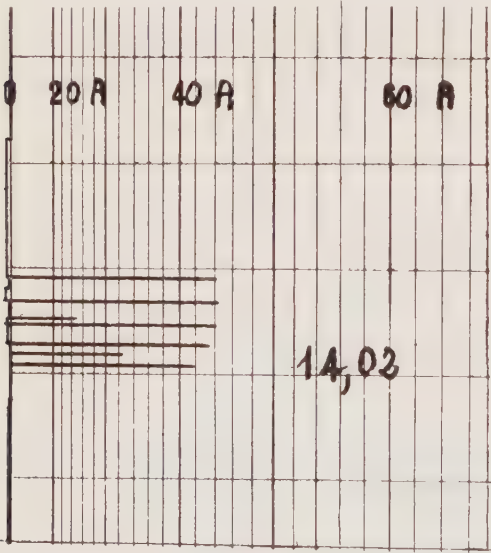


Fig. 2.

rato il servizio, come sarà anche oggetto di successive tabelle.

RISULTATI EFFETTIVI DI FUNZIONAMENTO.

Fra i molti diagrammi registrati dalla bobina se ne mostrano alcuni che presentano aspetti tipici (figure 2 e 3). Si nota, talvolta, il rapido azzerarsi della corrente, an-

ESAME DEGLI INTERVENTI DELLA BOBINA.

La precedente tabella deve essere interpretata per vedere quanti di quegli interventi non hanno richiesto la successiva apertura degli interruttori per eliminare i guasti e quanti, invece, sono stati ugualmente seguiti da interruzioni sulle linee. I primi si possono anche chiamare interventi utili, in quanto hanno permesso di eliminare guasti senza fare eseguire (a comando od automaticamente) nessuna manovra. Nella tabella IV sono, brevemente, raccolti i dati predetti. Si fa constatare che gli interventi della bobina, seguiti da apertura di linee, sono quelli dovuti a guasti verso terra di una certa durata (generalmente contatti di conduttori con parti in collegamento col suolo, specialmente rami di alberi agitati dal vento durante temporali). Anche se, per quanto prima accennato, la bobina è in grado di sopportare la corrente di terra per un lungo tempo e se, grazie alla composizione vettoriale, la corrente nel punto di guasto è assai limitata, è stato ritenuto conveniente, al fine dell'esercizio pratico, intervenire con rapidità molto maggiore ed eliminare l'inconveniente interrompendo l'alimentazione del punto guasto. Senonchè, si presenta ora il problema pratico di selezionare le linee guaste, in conseguenza di difetti verso terra, in un sistema che abbia il neutro collegato a terra attraverso una bobina di estinzione.

TABELLA IV. — ESAME DEGLI INTERVENTI DELLA BOBINA

Anno	Intervento senza apertura di linee	Intervento con apertura di linee	Totale Interventi	% Interventi utili
1948	15	17	32	47
1949	20	21	41	49
1950	45	49	94	48
1951	42	48	90	46,5
1952	32	28	60	53,5
1953	35	29	64	55
1954	45	25	70	64
1955	33	14	47	70
1956	32	12	44	73
1957	30	8	38	79
1958	34	15	49	70

PROBLEMA DEL COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI DI TERRA IN UNA RETE FUNZIONANTE COL NEUTRO A TERRA MEDIANTE BOBINA DI ESTINZIONE.

È noto che vi è impossibilità di corretto funzionamento delle protezioni varmetriche, normalmente impiegate sulle reti a neutro isolato, in quanto la bobina assorbe tutta (o quasi) la corrente di capacità in gioco, neutralizzando perciò la sensibilità direzionale del relè.

È necessario introdurre alcune grandezze nuove per

poter intervenire in caso di guasti di lunga durata o permanenti. La tecnica europea ha recentemente messo a punto dei relè di contatto a terra a media frequenza che, applicati sulla rete 50 kV della Soc. Vizzola, hanno dato buoni risultati ed hanno permesso di selezionare facilmente, anche se in maniera non del tutto automatica, il circuito difettoso che va tolto dal servizio.

La particolare sensibilità e rapidità di intervento di questi relè è stata opportunamente moderata in modo da ottenere segnalazioni luminose direzionali solo se il guasto perduri oltre un certo tempo limite (nel caso in esame 5 secondi). In una rete, per sua natura e configurazione complessa, com'è quella 50 kV della Soc. Vizzola, le varie segnalazioni, che compaiono solo in caso di un guasto persistente, permettono di individuare il circuito guasto. Nel caso di linee puramente radiali il personale di servizio provvede alla interruzione agendo di propria iniziativa. Per le linee di collegamento tra le varie centrali o stazioni è necessario prendere brevi contatti telefonici, al fine di garantire l'interpretazione dei segnali.

A titolo esemplificativo, si riportano nella tabella V i risultati di intervento dei predetti relè nei primi 15 mesi di funzionamento. Come si vede, il risultato pratico è da definirsi più che soddisfacente.

TABELLA V.

INTERVENTO DEI RELÈ RNI NEI PRIMI 15 MESI DI FUNZIONAMENTO

Natura della segnalazione	Numero	%
Segnalazioni di terra temporanea . . .	345	89,5
Segnalazioni di terra persistente . . .	36	9,2
Segnalazioni di interpretazione dubbia.	5	1,3
Segnalazioni totali	386	100,—

CONCLUSIONE.

I primi dieci anni di esercizio con la bobina di estinzione, una volta messe a punto alcune protezioni e realizzata l'installazione della bobina nel punto più idoneo della rete, hanno permesso di ottenere, con immobilizzo tecnico assai modesto, risultati pratici che si reputano positivi.

Ciò è stato possibile in quanto la configurazione stabile di questa rete, non soggetta a continue variazioni e metallicamente disgiunta da quella di altre Società elettriche italiane, ha permesso di ricorrere all'installazione di una sola bobina equipaggiata solo di variatore da manovrarsi a vuoto.

Manoscritto pervenuto il 26 febbraio 1960.

ANALISI FREQUENZIALE DI UN BIPOLO MEDIANTE DIAGRAMMI CIRCOLARI

GIOVANNI FIORIO (*)

Si considera una particolare famiglia di circuiti, e si dimostra che il loro comportamento in regime sinusoidale può essere totalmente studiato con un procedimento grafico, fondato sul tracciamento di diagrammi circolari.

Si studia la possibilità di applicazione di tali circuiti per mantenere praticamente costante la potenza attiva di un carico alimentato con tensione sinusoidale di valore efficace e frequenza variabili proporzionalmente fra loro.

I. - LA FORMA DEL CIRCUITO.

Si è avuto occasione di analizzare il comportamento in regime sinusoidale di circuiti del tipo di quello indicato in fig. 1 (il numero di maglie è arbitrario), visti come bipoli aventi morsetti in A e B. In essi, al variare della frequenza da zero ad infinito, i vari elementi

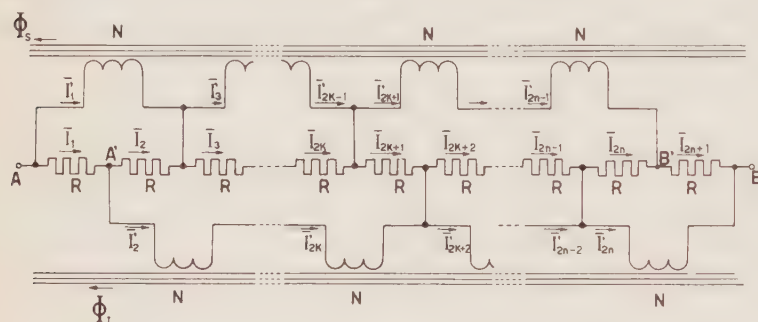


Fig. 1.

resistivi passano praticamente da un collegamento in parallelo ad un collegamento in serie. Essendosi riscontrato che tutte le tensioni e le correnti nei lati dei suddetti circuiti sono rappresentabili in modo semplice con diagrammi circolari, si ritiene non inutile esporre come questi diagrammi possano venire dedotti.

Le resistenze R (fig. 1) siano eguali fra loro; i due nuclei magnetici abbiano la medesima riluttanza Θ (\cdot); le bobine concatenate con ciascuno di essi abbiano tutti il medesimo numero di spire N ; si suppongano inoltre nulli i flussi dispersi, e si trascurino le perdite nel ferro e le resistenze degli induttori.

Si può poi osservare che il caso particolare, per il quale è $n = 1$, si riduce ad un ponte con sole resistenze ed autoinduttanze (fig. 2).

2. - DEDUZIONE DEI DIAGRAMMI CIRCOLARI.

Dall'esame del circuito di fig. 1, tenute presenti le particolari relazioni di simmetria fra i parametri del circuito stesso, si possono fare immediatamente le seguenti constatazioni:

a) i resistori sono sempre in numero dispari ($2n+1$) e gli induttori in numero pari ($2n$);

(*) Dr. Ing. GIOVANNI FIORIO dell'I.E.N.G.F. - Torino.

(1) Si può pensare anche ad un circuito analogo, con un solo nucleo magnetico di riluttanza 2Θ , e con tutte le bobine avvolte su di esso, con verso opportuno.

b) le correnti in due resistori qualsiasi, simmetrici rispetto a quello centrale, sono uguali ($\bar{I}_i = \bar{I}_{2n+2-i}$);

c) la corrente in un induttore superiore è uguale a quella nell'induttore inferiore posto da B alla distanza uguale a quella che il primo ha da A ($\bar{I}'_i = \bar{I}'_{2n+1-i}$);

d) i flussi nei due nuclei sono uguali ($\Phi_s = \Phi_I = \Phi$).
Avendo escluso i flussi dispersi e le resistenze degli induttori, le tensioni sugli induttori superiori sono tutte uguali fra loro e valgono $j\omega N \Phi_s$; così pure quelle sugli induttori inferiori, che valgono $j\omega N \Phi_I$. Da d) risulta che tutte le tensioni sugli induttori sono eguali e valgono:

$$(1) \quad \bar{V}_L = j\omega N \bar{\Phi}.$$

D'altra parte risulta:

$$(2) \quad \bar{V}_L = R(\bar{I}_i + \bar{I}_{i+1}) \quad (i=1, 2, \dots, 2n),$$

e quindi si ha:

$$\bar{I}_i + \bar{I}_{i+1} = \bar{I}_{i+1} + \bar{I}_{i+2};$$

ciò significa che tutte le correnti nei resistori di indice dispari sono uguali fra loro, e così pure le correnti di indice pari; esse verranno indicate con:

$$(3) \quad \bar{I}_{R1} = \bar{I}_{2k-1} \quad (k=1, 2, \dots, n+1)$$

$$\bar{I}_{R2} = \bar{I}_{2k} \quad (k=1, 2, \dots, n).$$

Inoltre è:

$$(4) \quad \bar{I}'_{2k-1} + \bar{I}_{R2} = \bar{I}'_{2k+1} + \bar{I}_{R1} \quad (k=1, 2, \dots, n-1)$$

$$\bar{I}'_{2k} + \bar{I}_{R1} = \bar{I}'_{2k+2} + \bar{I}_{R2} \quad (k=1, 2, \dots, n-1)$$

donde, ponendo:

$$(5) \quad \bar{I}_d = \bar{I}_{R1} - \bar{I}_{R2},$$

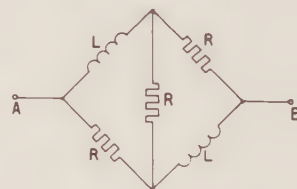


Fig. 2.

si ha:

$$(6) \quad \bar{I}_d = \bar{I}'_{2k-1} - \bar{I}'_{2k+1} = \bar{I}'_{2k+2} - \bar{I}'_{2k} \quad (k=1, 2, \dots, n-1).$$

La (6) vale anche per i rami estremi, e cioè:

$$\bar{I}_d = \bar{I}'_2 = \bar{I}'_{2n-1},$$

donde si ottiene:

$$(7) \quad \bar{I}'_{2(n-k)+1} = \bar{I}'_{2k} = k \bar{I}_d \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

Poichè è:

$$(8) \quad \overline{\Phi} = \overline{\Phi}_S = \frac{N}{\Theta} \sum_{k=1}^n \overline{I'}_{2k-1} = \overline{\Phi}_I = \frac{N}{\Theta} \sum_{k=1}^n \overline{I'}_{2k},$$

e poichè vale la (7), si può dedurre:

$$(9) \quad \sum_{k=1}^n \overline{I'}_{2k-1} = \sum_{k=1}^n \overline{I'}_{2k} = \overline{I}_d \sum_{k=1}^n k = \overline{I}_d \frac{n(n+1)}{2}$$

Ponendo poi:

$$N^2/\Theta = L$$

si ha, dalla (1):

$$(10) \quad \overline{V}_L = j \omega N \overline{\Phi} = j \omega L \overline{I}_d \frac{n(n+1)}{2}.$$

Le (7) mostrano che le correnti nelle bobine sono tutte in fase fra loro, e quindi, per la (10), sono tutte in quadratura rispetto alla \overline{V}_L .

Dalle (2) e (3) si deduce:

$$(11) \quad \overline{I}_{R1} + \overline{I}_{R2} = \overline{V}_L/R;$$

così pure dalle (5) e (10) si deduce:

$$(12) \quad \overline{I}_{R1} - \overline{I}_{R2} = 2 \overline{V}_L/j \omega L n(n+1).$$

Poichè \overline{I}_{R1} ed \overline{I}_{R2} sono tali che la loro somma è in quadratura con la loro differenza, si dimostra che i loro moduli sono uguali.

Si consideri ora un diagramma vettoriale delle tensioni fra le varie coppie di nodi (fig. 3). Si indichi con \overrightarrow{AB} il vettore che rappresenta la tensione $\overline{V}_{AB} = \overline{V}$

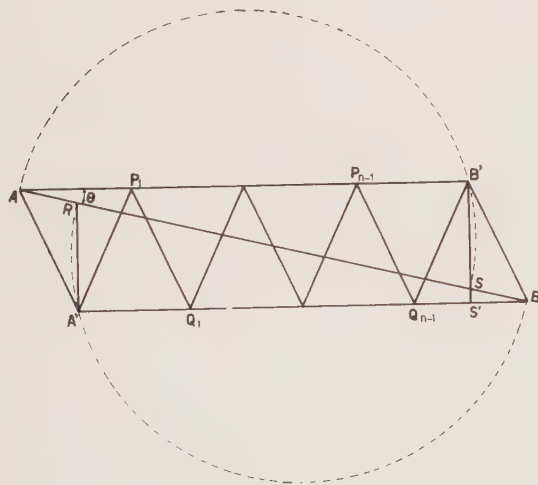


Fig. 3.

(fig. 1), ed inoltre con $\overrightarrow{AB'}$ ed $\overrightarrow{AA'}$ i vettori che rappresentano rispettivamente le tensioni $\overline{V}_{AB'}$ e $\overline{V}_{AA'}$.

Per simmetria, il quadrilatero $AB'BA'$ è un parallelogrammo. Si dividano i lati AB' ed $A'B$ in n parti uguali: $AP_1, P_1P_2, \dots, P_{n-1}B'$, ed $A'Q_1, Q_1Q_2, \dots, Q_{n-1}B$; i vettori corrispondenti a questi segmenti, opportunamente orientati, rappresentano ovviamente le tensioni ai capi degli induttori. È immediato constatare che $AA'Q_1P_1, P_1Q_1Q_2P_2, \dots, P_{n-1}Q_{n-1}B'B'$ sono parallelogrammi uguali fra loro, per cui sono uguali e paralleli fra loro i segmenti $AA', P_1Q_1, \dots, P_{n-1}Q_{n-1}, B'B$; così pure lo sono i segmenti $A'P_1, Q_1P_2, \dots, Q_{n-2}P_{n-1}, Q_{n-1}B'$; ciò conferma per via geometrica

che le cadute di tensione e quindi le correnti nei resistori di indice dispari sono uguali fra loro in ampiezza e fase, come pure quelle nei resistori di indice pari.

Supposta costante la tensione V , e quindi il segmento AB , e tenuto conto dell'uguaglianza in ampiezza di tutte le correnti nei resistori, e quindi di tutti i segmenti $AA', A'P_1, P_1Q_1, \dots, P_{n-1}Q_{n-1}, Q_{n-1}B', B'B$, si può dimostrare che, essendo i triangoli $AA'P_1, A'P_1Q_1, \dots, Q_{n-1}B'B$ isosceli e tutti uguali fra loro, le possibili posizioni di B' e di A' hanno come luogo geometrico due semicirconferenze: esse risultano determinate una volta che sia fissato il segmento AB ed il numero n . Infatti si consideri il punto S , intersezione dell'altezza $B'S'$ del triangolo $Q_{n-1}B'B$ con il segmento AB : i segmenti AS ed SB sono ipotenuse dei triangoli rettangoli simili $AB'S$ ed $SS'B$, per i quali il rapporto di similitudine è $2n$; perciò è $SB = AB/2n+1$, col che si dimostra che la posizione del punto S è determinata solo dall'aver fissato AB ed n .

Poichè allora $AB'S$ è un triangolo rettangolo di cui è fissata l'ipotenusa AS , al variare della frequenza il vertice B' ha come luogo geometrico la circonferenza di diametro AS . Analogamente si può dire per il luogo geometrico del vertice A' del triangolo rettangolo $RA'B$ che è una circonferenza di diametro RB .

La natura del circuito limita poi il campo di variabilità di B' alla semicirconferenza superiore, e quello di A' alla semicirconferenza inferiore.

Il diagramma di fig. 3 può permettere la lettura di tutte le grandezze elettriche del circuito, in opportuna scala. È infatti immediato constatare la validità delle relazioni:

$$\begin{aligned} \overline{V}_{R1} &= R \overline{I}_{R1} = \alpha \overrightarrow{AA'} \\ (13) \quad \overline{V}_{R2} &= R \overline{I}_{R2} = \alpha \overrightarrow{A'P_1} \\ \overline{I}_d &= \frac{\alpha}{R} 2 \overrightarrow{B'S'} \\ \overline{V}_L &= \alpha \overrightarrow{AP_1} \\ \overline{I}_t &= \overline{I}_{R1} + n \overline{I}_d = \frac{\alpha}{R} (\overrightarrow{AA'} + 2n \overrightarrow{B'S'}) \end{aligned}$$

ove con $\alpha = V/|AB|$ si è rappresentata la scala delle tensioni, e con \overline{I}_t la corrente totale assorbita dal bipolo.

La posizione di B' nel diagramma circolare dipende dalla pulsazione ω , e dai valori di R, L, n : tale posizione può essere posta in corrispondenza biunivoca con

l'angolo θ (fig. 3). Si considerino pertanto le seguenti relazioni fra moduli:

$$\begin{aligned} \alpha | \overrightarrow{AB'} | &= \frac{2n}{2n+1} V \cos \theta = n V_L \\ \alpha | \overrightarrow{B'S'} | &= \frac{2n}{2n+1} V \sin \theta = \frac{n}{2n+1} I_d R. \end{aligned}$$

Da queste due ultime relazioni e dalla (12), posto:

$$L/R = T,$$

si ottiene:

$$(14) \quad \operatorname{tg} \theta = \frac{2}{\omega T n(n+1)(2n+1)}.$$

Volendo poi considerare la forma delle curve luogo degli estremi dei vettori che rappresentano tutte le grandezze caratteristiche della rete cfr. le (13), in modo che le origini di tutti questi siano fisse e coincidenti,

si può constatare che esse sono tutte semicirconferenze; le posizioni degli estremi dei vettori in oggetto su ciascuna di esse delimitano, per un determinato valore della frequenza, archi tutti simili, a partire da uno degli estremi delle semicirconferenze stesse, corrispondente a frequenza nulla o infinita. Tutto ciò può essere dedotto per via geometrica e si suppone dimostrato.

Si consideri la fig. 4 a): in essa è riportato l'insieme dei diagrammi circolari in esame; i valori numerici riportati sull'asse delle ascisse indicano i valori relativi di tensione o di corrente, con riferimento rispettivamente a V o a V/R ().

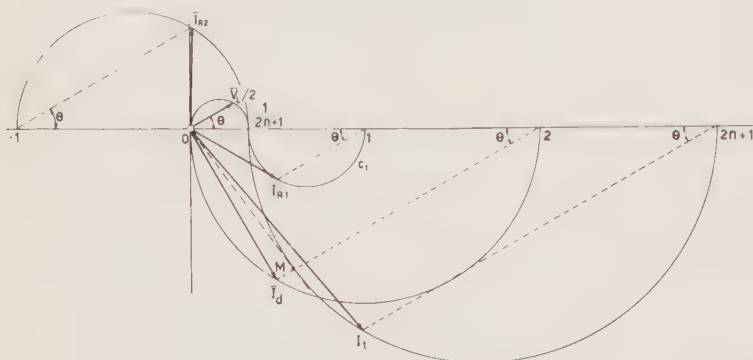


Fig. 4 a).

Si possono poi facilmente ricavare le espressioni complesse di tutte le grandezze a primo membro delle (13), ed in particolare:

$$(15) \quad \bar{I}_t = \frac{\bar{V}}{R} \frac{2(2n+1) + jn(n+1)\omega T}{2 + jn(n+1)(2n+1)\omega T}$$

Da questa si può ottenere anche l'espressione dell'ammettenza o dell'impedenza totale del bipolo. Tutte queste espressioni sono della forma:

$$(16) \quad \frac{\bar{A}_0 + \omega \bar{A}_1}{\bar{B}_0 + \omega \bar{B}_1};$$

se ω è un parametro reale, variabile in generale fra $-\infty$ e $+\infty$, ed $\bar{A}_0, \bar{B}_0, \bar{A}_1, \bar{B}_1$ sono costanti, in generale complesse, la (16) è l'equazione vettoriale di un cerchio: se \bar{A}_0 e \bar{B}_0 sono reali, \bar{A}_1 e \bar{B}_1 immaginari puri, il cerchio rappresentato, come in tutti i casi presentemente considerati, ha centro sull'asse reale; se poi ω è variabile fra 0 e $+\infty$, le curve luogo si riducono, in questo caso a semicirconferenze.

Può ancora servire la considerazione che il punto M di fig. 4 a), per il quale il fattore di potenza del bipolo è minimo, gode delle seguenti proprietà:

a) il valore efficace della corrente I_t corrispondente al punto M non dipende dal numero di elementi resistivi del circuito e vale:

$$(I_t)_M = \frac{V}{R};$$

b) il valore minimo del fattore di potenza vale:

$$\cos \varphi_{\min} = \frac{2n+1}{2n^2 + 2n + 1};$$

(¹) Per comodità di disegno, la figura riporta la forma delle semicirconferenze che si ottiene ponendo $n=1$, ma è ovvio che il suo significato resta valido per un numero n qualsiasi.

c) la pulsazione alla quale si ottiene il minimo fattore di potenza vale:

$$\omega_M = \frac{2}{Tn(n+1)};$$

d) l'angolo θ_M che caratterizza il punto M è tale che:

$$\operatorname{tg} \theta_M = \frac{1}{2n+1}.$$

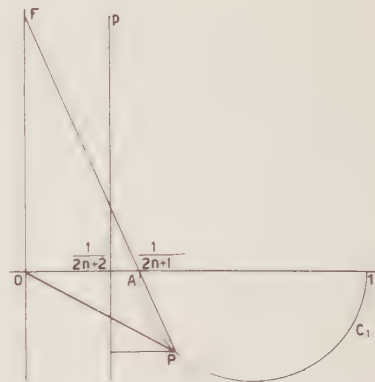


Fig. 4 b).

Infine sul diagramma circolare di I_{R1} (semicirconferenza c_1 di fig. 4 b)) si può anche leggere un valore proporzionale alla potenza attiva assorbita da un resistore, e quindi, noto n , dall'intero bipolo, a tensione V costante, se si considera la distanza di ciascun punto P del cerchio c_1 dalla verticale p , che interseca l'asse reale nel punto I ; essa è infatti la semipolare dell'origine O rispetto al cerchio c_1 . L'intersezione F della retta PA con l'asse immaginario permette poi di leggere, in base alla (14), la quantità $\frac{1}{2} \omega T n(n+1)$ sul segmento OF , e quindi, noti tutti i parametri del circuito, la frequenza corrispondente al regime rappresentato dal punto P .

3. - APPLICAZIONE.

È stata presa in considerazione la possibilità di adottare un bipolo del tipo in esame per risolvere il seguente problema: esiste un generatore elettrico che fornisce tensione sinusoidale di valore efficace e frequenza variabili proporzionalmente fra loro entro un certo intervallo; si chiede di progettare un circuito utilizzatore tale che, nelle condizioni imposte dal generatore, assorba potenza attiva costante.

I circuiti in oggetto permettono di soddisfare alle esigenze imposte dal problema in misura approssimata, ma tanto più vicina al modo richiesto, quanto maggiore è il numero di maglie della rete.

Data poi la simmetria di questi circuiti, la stabilizzazione della potenza attiva complessivamente assorbita coincide anche con una stabilizzazione di tensione ai capi di ciascuna resistenza, e questa si può ottenere, a pari numero di maglie, con precisione doppia.

Per la stabilizzazione di potenze attive superiori a qualche centinaio di Watt, esistono certamente altri metodi meno costosi o più precisi; tuttavia per minori potenze, o per una semplice stabilizzazione di tensione, quale si richiede ad esempio in una sorgente di riferimento, la via proposta sembra poter essere talvolta

accettabile, anche perchè con opportuni ritocchi sul circuito, da eseguirsi per tentativi in via sperimentale, pare che la precisione possa ancora essere migliorata.

Ci si limiterà qui ad esporre i soli risultati che si possono ottenere per via di calcolo su circuiti del tipo di quello indicato in fig. 1, e sempre nell'ipotesi che siano trascurabili i parametri parassiti, secondo quanto detto a par. 1.

Per tensioni e frequenze crescenti in misura proporzionale, i valori efficaci delle correnti I_{R1} ed I_{R2} , eguali fra loro, sono pure sempre crescenti, ma secondo una funzione, la cui pendenza, entro un certo intervallo, può tuttavia essere resa piccola quanto si vuole, pur di aumentare opportunamente, come è già stato accennato, il numero n degli elementi della rete.

Dal diagramma circolare di \bar{I}_{R1} (fig. 4 b) ponendo il punto P in relazione con ω mediante la (14), si ottiene:

$$(17) \quad I_{R1}^2 = \frac{V^2}{R^2} \cdot \frac{n^2 (n+1)^2 \omega^2 T^2 + 4}{n^2 (n+1)^2 (2n+1)^2 \omega^2 T^2 + 4}.$$

Ponendo:

$$\omega T = \lambda$$

$$V/\omega = c$$

$$(18) \quad \frac{1}{4} n^2 (n+1)^2 = Z_1(n)$$

$$\frac{1}{4} n^2 (n+1)^2 (2n+1)^2 = Z_2(n),$$

la (17) si può scrivere:

$$(19) \quad I_{R1}^2 = \frac{c^2}{L^2} \lambda^2 \frac{Z_1 \lambda^2 + 1}{Z_2 \lambda^2 + 1}.$$

Si può constatare facilmente che la funzione:

$$M(n, \lambda) = \lambda^2 \frac{Z_1 \lambda^2 + 1}{Z_2 \lambda^2 + 1},$$

la quale rappresenta dunque, a meno di certe costanti, l'andamento di I_{R1}^2 , se considerata ad $n = \text{cost}$, è sempre crescente con λ , ed ha due flessi: il diagramma di fig. 5 fornisce, come esempio, il diagramma della funzione $M(5, \lambda)$. Interessa ovviamente l'intervallo in cui $M(\lambda)$, per n costante, ha il flesso con derivata prima

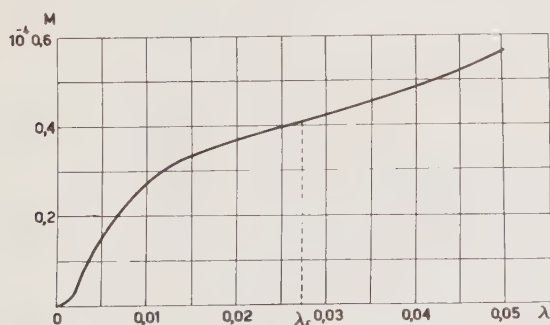


Fig. 5.

minima. Si indica con λ_f il valore di λ corrispondente a questo flesso. Il valore di λ_f è la maggiore delle soluzioni dell'equazione in λ :

$$Z_1 Z_2^3 \lambda^8 + 4 Z_1 Z_2^2 \lambda^6 + 3 Z_2 \lambda^4 (3 Z_1 - Z_2) + 2 \lambda^2 (3 Z_1 - Z_2) + 1 = 0.$$

Per ovvie ragioni, la determinazione di λ_f in funzione

di n è stata eseguita con calcoli approssimati. Si può affermare che, tranne per valori piccoli di n (per i quali è più difficile trovare una semplice relazione fra λ_f ed n , e quindi si rimanda direttamente alla tab. 1), il valore di λ_f si mantiene sensibilmente vicino ($\pm 3\%$ circa) a quello dell'espressione:

$$(20) \quad \lambda_f = 1,39 \cdot n^{-2,43}.$$

La (20) è stata determinata e verificata per $4 < n \leq 50$.

TABELLA 1.

n	λ_f
1	0,55
2	0,18
3	0,078
4	0,046

La potenza attiva del bipolo è poi:

$$P = n R \cdot I_{R1}^2;$$

tenendo presente la prima e la seconda delle (18), si ottiene, per una frequenza corrispondente a λ_f :

$$(21) \quad P_f = \frac{V^2}{R} \cdot \frac{n M(n, \lambda_f)}{\lambda_f^2}.$$

L'espressione:

$$(22) \quad \mu_f = \frac{n M(n, \lambda_f)}{\lambda_f^2}$$

(in base alla (20) essa risulta funzione della sola n) si mantiene, tranne per valori piccoli di n , per i quali si rimanda alla tab. 2, sensibilmente costante ($\pm 6\%$ circa) attorno al valore 0,29; tale valore è stato verificato per $4 < n \leq 50$.

TABELLA 2.

n	μ_f
1	0,34
2	0,32
3	0,31
4	0,30

Considerando ora i rapporti:

$$M^* = \frac{M(\lambda)}{M(\lambda_f)} \quad \text{per } n = \text{cost},$$

$$\lambda^* = \frac{\lambda}{\lambda_f} \quad \text{per } n = \text{cost},$$

si può ottenere una famiglia di funzioni $M^*(\lambda^*)$, con parametro n , le quali indicano, a meno di una certa costante di proporzionalità, l'andamento dei valori relativi della potenza attiva in funzione di valori relativi della frequenza.

La fig. 6 riporta i diagrammi di alcune di queste funzioni, e mostra come ci si possa avvicinare, in definitiva, ad una discreta stabilizzazione di potenza attiva, solo aumentando fortemente il numero di elementi della rete.

La fig. 7 poi illustra l'andamento approssimato, in funzione di n , della pendenza delle suddette funzioni

nel punto di flesso, e cioè la

$$\varepsilon(n) = \left(\frac{\partial M^*}{\partial \lambda^*} \right)_{\lambda^*=1};$$

100 ε rappresenterebbe ovviamente la variazione per centuale della potenza attiva al variare della frequenza nel rapporto da 1 a 2, se, in questo intervallo, la pendenza fosse sempre corrispondente al punto di flesso.

Il fattore di potenza complessivo del bipolo, in corrispondenza del flesso, ha, in funzione di n , l'andamento tracciato in fig. 8.

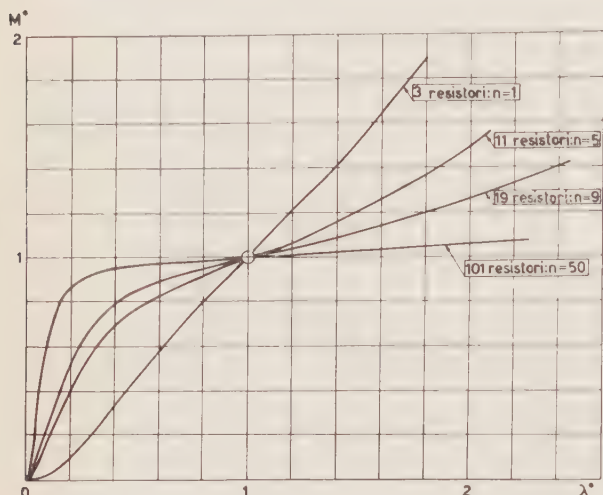


Fig. 6.

Si possono ora riassumere i calcoli da eseguire, nel caso che interessi fare un progetto di massima di uno dei circuiti in oggetto. Si suppongano noti: la potenza attiva P che si vuol mantenere costante, gli intervalli di variabilità della tensione e della frequenza, ed infine il grado di precisione desiderato. Se l'intervallo di frequenza non è molto ampio, si può considerare il valore di ε corrispondente alla precisione desiderata, e scegliere, in base a quello, il numero degli elementi n .

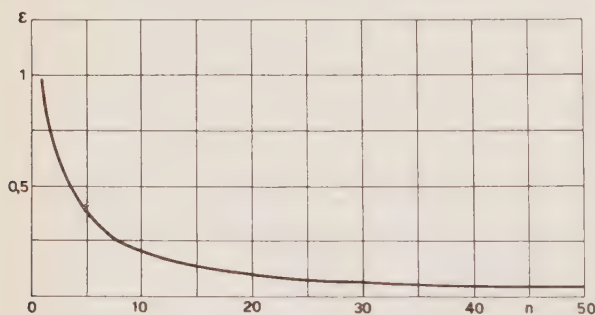


Fig. 7.

Si sceglie poi il valore ω_0 di ω , che conviene far corrispondere a $\lambda^* = 1$ (non è sempre conveniente farvi corrispondere il valore intermedio dell'intervallo di variabilità, poichè le curve di fig. 6 non sono simmetriche rispetto al punto $\lambda^* = 1$). Dal valore di n si calcola λ_f ed inoltre $T = \lambda_f / \omega_0$; lo stesso dicasi per μ_f . Ad ω_0 corrisponderà un valore V_0 della tensione. È immediato constatare che, dalla (21), risulta:

$$R = \frac{V_0^2}{P} \mu_f$$

$$L = \frac{V_0^2}{P \omega_0} \mu_f \cdot \lambda_f$$

e, per $4 < n \leq 50$:

$$R = 0,29 \frac{V_0^2}{P}$$

$$L = 0,40 n^{-2,43} \frac{V_0^2}{P \omega_0}.$$

Ad esempio, sia $P = 50$ W, $V_{min} = 80$ V, $V_{max} = 120$ V, $f_{min} = 40$ Hz, $f_{max} = 60$ Hz, $\Delta P\% = \pm 5\%$. Poichè l'intervallo di frequenza non è molto ampio, si può subito assumere ε come rapporto

$$\frac{\Delta P\%}{\Delta V\%},$$

ed in questo caso è $\varepsilon = 0,25$. Dalla fig. 7 si ottiene: $n = 8$. Si può ammettere che sia $V_0 = 100$ Volt, $f_0 = 50$ Hz, e perciò si ottiene $R = 58 \Omega$; $L = 1,61 \cdot 10^{-3}$ H.

Per il calcolo delle potenze di dimensionamento delle

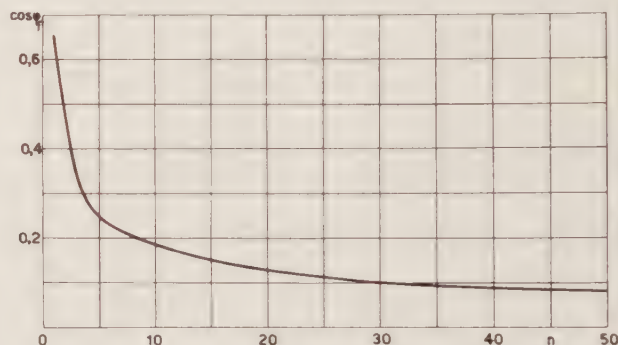


Fig. 8.

reattanze servono anche i diagrammi circolari, e su questo non si ritiene necessario fermare l'attenzione.

Si consideri infine il diagramma c_1 di fig. 4 b) e si supponga che il punto P corrisponda alla pulsazione ω_0 . L'ampiezza del segmento OF dipende da n (cfr. la (14)) secondo l'espressione:

$$OF = \frac{1}{2} \lambda_f n (n + 1).$$

Si vede facilmente che, per valori di n superiori alla decina, il punto P si avvicina molto ad A .

Benchè quindi sia possibile un tracciamento per punti delle curve $M^*(\lambda^*)$ di fig. 5, seguendo per i calcoli il metodo grafico, questo in generale non permette di ottenere sufficienti precisioni attorno al flesso, proprio per la particolare posizione corrispondente di P sul diagramma circolare, a meno che il disegno sia in scala molto ampia, o che il numero n non sia elevato.

Lo scrivente porge vivissimi ringraziamenti al prof. R. Sartori per i preziosi consigli, ed al prof. R. Marenesi per aver suggerito l'argomento della ricerca.

Manoscritto pervenuto l'8 febbraio 1960.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Trasformatori con avvolgimenti a spire intercalate

Spett. Redazione de «L'Elettrotecnica».

Mi riporto all'interessante articolo di V. GORIO su «Le sollecitazioni a impulso nei trasformatori con avvolgimenti a spire intercalate» apparso su «L'Elettrotecnica», 1960, n. 2.

Di questo tipo di avvolgimento ho dato notizia, credo per primo, su riviste tecniche italiane, nel mio articolo «Trasformatori, impulsi e modelli» pubblicato su «Notiziario Ansaldo San Giorgio», 1955, n. 3-4 e su «L'Elettrotecnica», 1956, n. 8.

Un riferimento più ampio si trova poi nella mia me-

moria «Moderni criteri nella progettazione di trasformatori» di cui a «Rendiconti della 58ª Riunione annuale dell'AEI, Roma, 1957» e relativa discussione.

In tale memoria si descrivono, fra l'altro, alcune importanti costruzioni realizzate in Italia, e si mettono in evidenza risultati di prova; mentre dalla discussione emergono confronti rispetto ad altri tipi di avvolgimento.

Ho fatto questo accenno eventualmente per mero riferimento di coloro che s'interessano della questione, e senza pretesa di avere con ciò inteso di completare la bibliografia italiana citata dall'Autore.

Con osservanza.

B. CERRETELLI

Milano, 16 marzo 1960.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Una gigantesca galleria a vento è in corso di completamento per le Forze Aeree degli Stati Uniti. La fig. 1 rappresenta un modello dell'impianto, con la galleria transonica nella parte anteriore e la galleria supersonica nella parte po-

steriore. La galleria a vento è in corso di completamento per le Forze Aeree degli Stati Uniti. La fig. 1 rappresenta un modello dell'impianto, con la galleria transonica nella parte anteriore e la galleria supersonica nella parte po-

steriore. La galleria a vento è in corso di completamento per le Forze Aeree degli Stati Uniti. La fig. 1 rappresenta un modello dell'impianto, con la galleria transonica nella parte anteriore e la galleria supersonica nella parte po-

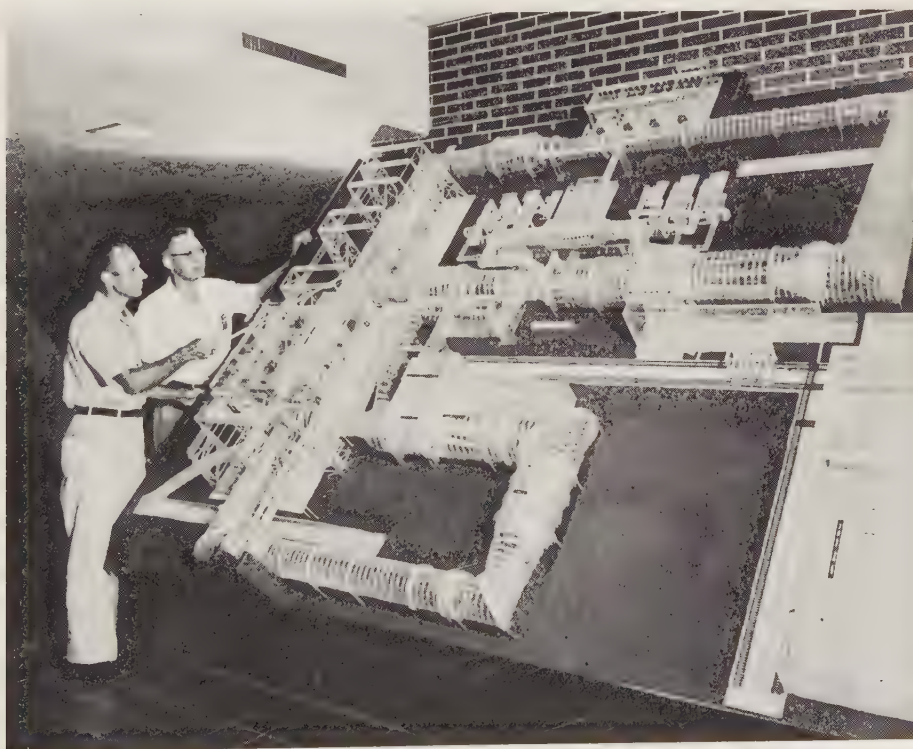


Fig. 1. — Modello dell'impianto delle gallerie a vento transonica e supersonica.

steriore. Nella galleria transonica, attualmente in esercizio, si possono realizzare velocità di oltre 1600 km/h in condizioni corrispondenti ad altitudini di oltre 30 000 m. La galleria è servita da 2 motori sincroni 61 000 kW e da 2 motori minori di «avviamento» da 18 500 kW.

La galleria supersonica, che sta per essere ultimata per-

mandano un grande compressore supersonico costituito da 4 unità con un totale di 21 stadi. Il gruppo è lungo complessivamente oltre 85 m.

La galleria a vento ha un diametro interno variabile da 20 a 10 m ed è rivestita di materiale isolante che può resistere a temperature di oltre 300 °C.

Prima di investire l'oggetto in prova la corrente d'aria attraversa uno speciale radiatore di raffreddamento che richiede una portata d'acqua di oltre $280 \text{ m}^3/\text{min}$.

Il complesso è contenuto in armadio di alluminio di $3 \times 1,5 \text{ m}$, alto poco più di 3 m ; esso richiede quindi un ingombro in pianta che è circa la terza parte di quello richiesto dagli altri

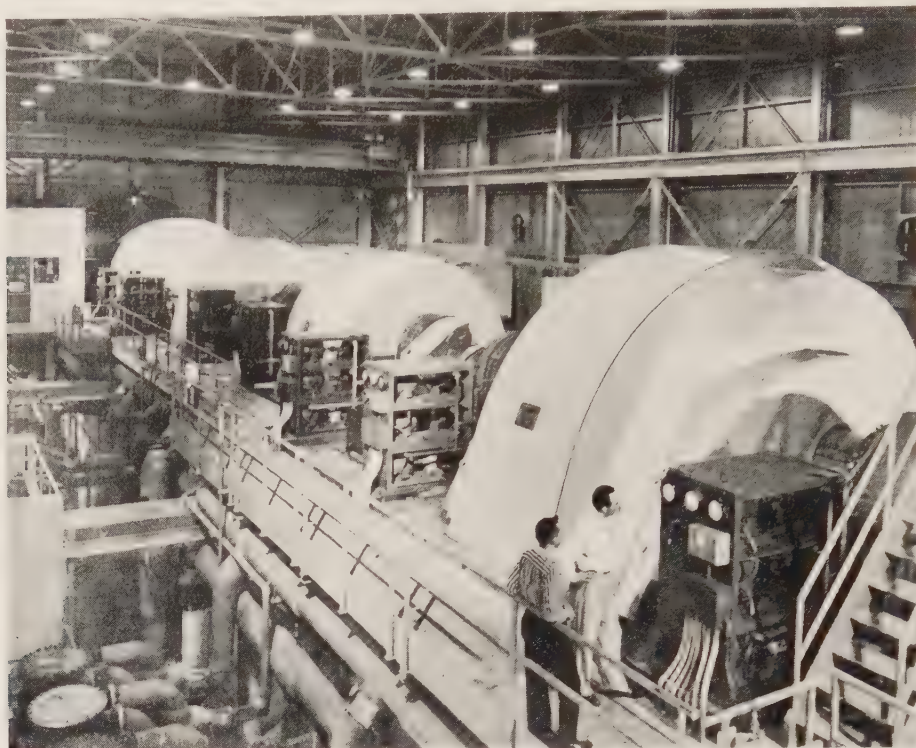


Fig. 2. — Vista del complesso del gruppo di comando del compressore per la galleria a vento.

Questo impianto rappresenta il più potente complesso ruotante che sia mai stato installato.

dispositivi di conversione di eguale potenza.

Il rendimento del complesso raddrizzatore supera 97 %.

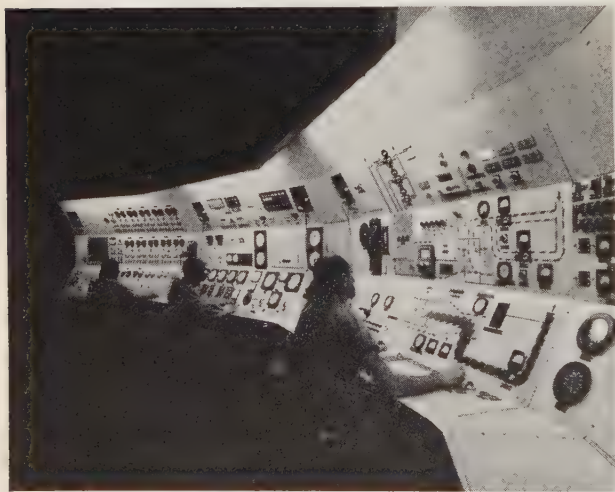
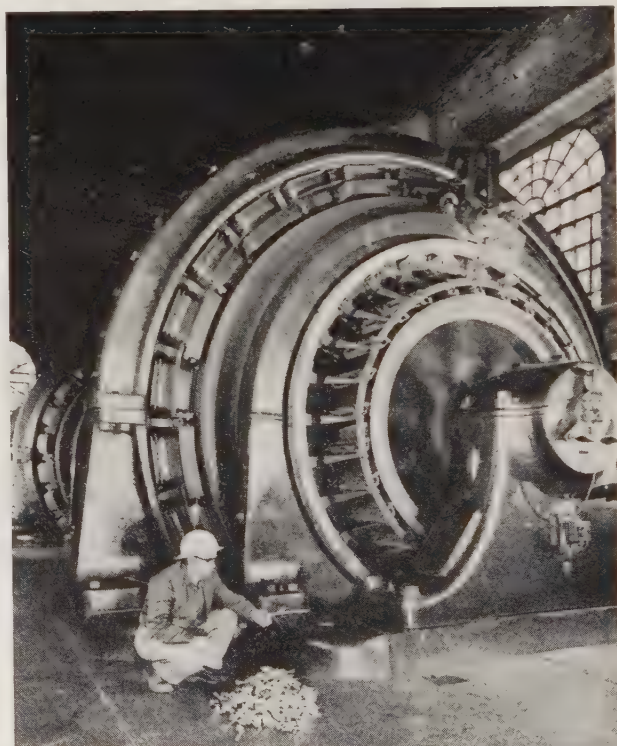


Fig. 3. — Il quadro di comando dell'impianto elettrico della galleria a vento.

* *

Il più potente raddrizzatore al silicio è stato costruito in collaborazione dalla Westinghouse Elec. Co. e dalla Aluminum Co. of America.

Esso è proporzionato per $10\,000 \text{ A}$ a 600 V . Il raddrizzatore che eroga $6\,000 \text{ kW}$ è costituito da 312 cellule al silicio, con potenza unitaria notevolmente superiore alle cellule finora costruite.



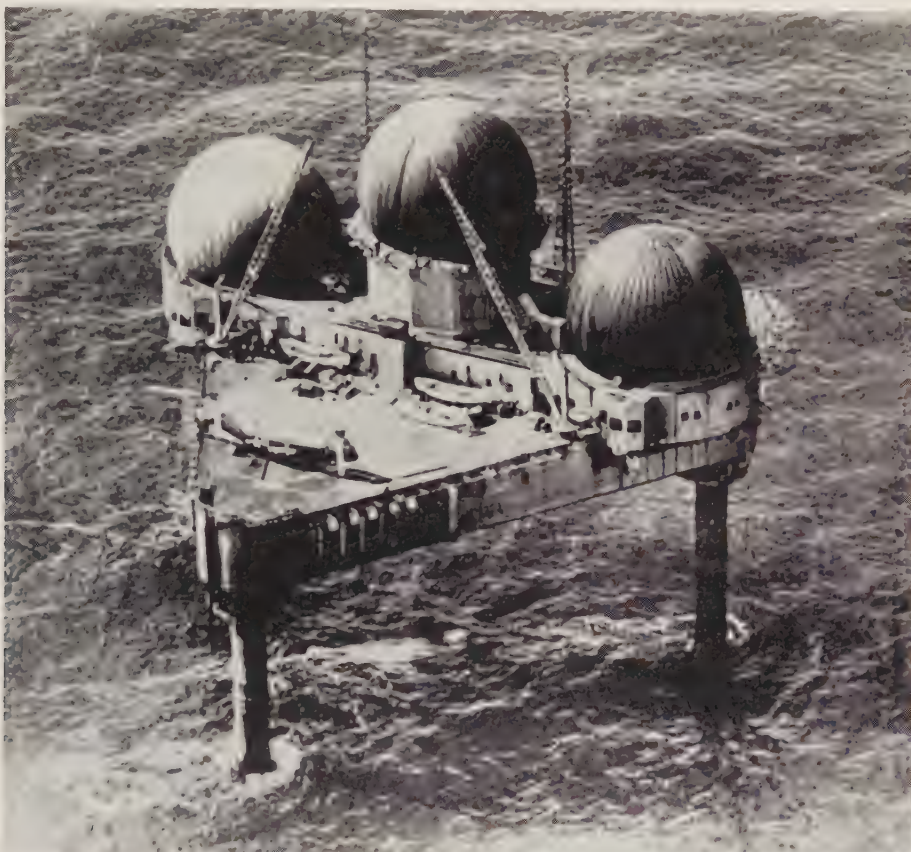
Un prototipo da $5\,000 \text{ A}$ era in servizio nello stesso impianto dal 1958 e ha fornito elementi di esperienza per costruire la nuova unità.

La figura rappresenta un suggestivo confronto fra un con-

vertitore ruotante da 6 825 kW a 6 525 V installato nello stesso impianto nell'anno 1918 e il mucchietto di 312 cellule al silicio che serviranno per costruire il raddrizzatore da 6 000 kW a 600 V: il volume occupato dalla nuova unità completamente montata è circa un terzo di quello del convertitore ruotante. Inoltre la nuova unità al silicio non richiede praticamente manutenzione.

* *

Una **stazione radar costiera** è stata installata a circa 250 km al sud di Boston (USA). Essa ha forma di triangolo equilatero e si trova a 55 m sopra il fondo del mare, poggiando su 3 piloni metallici. La stazione è la prima di 5 che saranno costruite nell'Atlantico.



La parte inferiore della costruzione, per un complesso di 1 600 m², è protetta con rivestimento di resine viniliche che ormai da più di un anno ha dimostrato di resistere bene agli effetti di corrosione da parte delle acque del mare e alle variazioni di temperatura.

* *

Il primo « Stretch » in Europa. — L'Autorità Britannica per l'Energia Atomica impiegherà per la soluzione dei più complessi problemi di fisica nucleare il più potente e flessibile calcolatore elettronico oggi esistente: lo « Stretch ». Tale denominazione è stata coniata dagli scienziati della Commissione americana per l'energia atomica, che ha per prima adottato questo sistema per l'elaborazione dei dati.

Lo « Stretch » ha una capacità di memoria e una velocità di calcolo enormi. Per risolvere, ad esempio, un problema sulla densità degli elettroni un matematico impiegherebbe 800 anni; allo « Stretch » occorrono circa 30 secondi. Il sistema ha una « memoria » principale di oltre un milione e mezzo di posizioni, accessibili in pochi centesimi di milionesimo di secondo, a cui si aggiunge una « memoria » addizionale di oltre un miliardo e mezzo di posizioni, accessibili in

pochi millesimi di secondo. In quest'ultima « memoria » potrebbe essere contenuta l'intera enciclopedia Treccani, che lo « Stretch » è in grado di leggere dai nastri magnetici in meno di un minuto.

Lo « Stretch » ha la capacità di eseguire oltre cento miliardi di operazioni aritmetiche al giorno.

(IBM Italia).

* *

Visita ai laboratori di ricerca francesi. — Nei giorni dal 28 marzo al 1° aprile 1960, un gruppo di personalità italiane ha visitato, a Parigi e a Grenoble, alcuni fra i più importanti laboratori di ricerca francesi.

Il gruppo, guidato dal dr. Luigi Morandi, Presidente della

Commissione per la Ricerca Industriale del Consiglio Nazionale delle Ricerche, era formato da esponenti, oltre che della ricerca, dell'industria e del giornalismo. Numerosi ed interessanti sono stati gli incontri con i colleghi francesi; in particolare al colloquio del 30 marzo, hanno partecipato, tra gli altri, per la Francia: M. Piganiol, Delegato generale del Governo per la ricerca scientifica; M. Ponte, Presidente del Comitato consultivo per la ricerca scientifica; M. Schwob, Ispettore generale del Ministero dell'Industria e Commercio per la ricerca tecnica; M. Coulomb, Direttore generale del Centro Nazionale della ricerca scientifica; M. Cheradame, Presidente della Associazione Nazionale della ricerca tecnica; M. Landucci, Presidente della Commissione per la ricerca scientifica dell'Associazione degli industriali francesi.

Nel corso di questo incontro si è fatto il punto sulla situazione attuale della ricerca scientifica in Italia ed in Francia.

I francesi hanno affrontato il problema della ricerca con molta energia e con imponenza di mezzi.

Dopo aver formato un Comitato interministeriale per la ricerca, che è coadiuvato da un Comitato Consultivo, ed una Delegazione generale per la ricerca scientifica e tecnica, il Governo ha preso importanti provvedimenti a favore della ricerca ed ha aumentato considerevolmente i propri contributi per la stessa.

Il problema più preoccupante rimane però sempre quello

del personale tecnico; per tentare di risolverlo, il Governo francese ha, tra l'altro, migliorato gli stipendi e la posizione dei ricercatori.

L'Italia purtroppo è rimasta molto indietro, rispetto alle altre nazioni, nel campo della organizzazione della ricerca.

Solo recentemente la Commissione per la ricerca industriale ha preso l'iniziativa di incoraggiare e di aiutare la ricerca su contratto, ed a tale scopo concede contributi che si aggirano normalmente intorno al 30 % del costo preventivato della ricerca.

Si spera, inoltre, di arrivare, in un prossimo futuro, alla costituzione di Associazioni di ricerca, alle quali potranno essere concessi contributi pari al 50 % delle loro spese effettive.

Poichè attualmente queste iniziative cominciano a suscitare vivo interesse negli ambienti industriali, è probabile che si arrivi alla realizzazione delle prime associazioni entro il prossimo anno.

Mentre in Francia la spesa annua per la ricerca supera i 200 miliardi di lire, di cui circa 80 miliardi sono dati dallo Stato, in Italia, un calcolo approssimativo, poichè in tale campo infatti non esistono statistiche complete, mostra che non si spendono più di 60 miliardi l'anno, somma pari allo 0,5 % circa del reddito nazionale. Ed a queste spese lo Stato contribuisce attualmente con solo 10 miliardi. Si spera di poter incrementare rapidamente tale contributo, così da portarlo, entro i prossimi tre anni, ad almeno 25 miliardi.

incontri e le visite si sono svolti in un clima di profonda cordialità ed amicizia. La collaborazione francese potrà essere per noi di grande aiuto, ed entrambe le Nazioni potranno trarne vantaggio. Ora sono state poste le basi per una proficua collaborazione, è augurabile che si giunga presto a risultati concreti.

Gli istituti di ricerca visitati dalla Delegazione italiana sono i seguenti. Nella zona di Parigi:

— Centre d'études et recherches de l'industrie des liants hydrauliques;

— Société Française de Céramique;

— Centre technique des Tuiles et Briques;

— Institut des Recherches de la Siderurgie;

— Centre national d'études des Télécommunications;

— Pechiney;

— Centre technique des industries de la Fonderie;

— Centre d'études et de recherches des charbonnages.

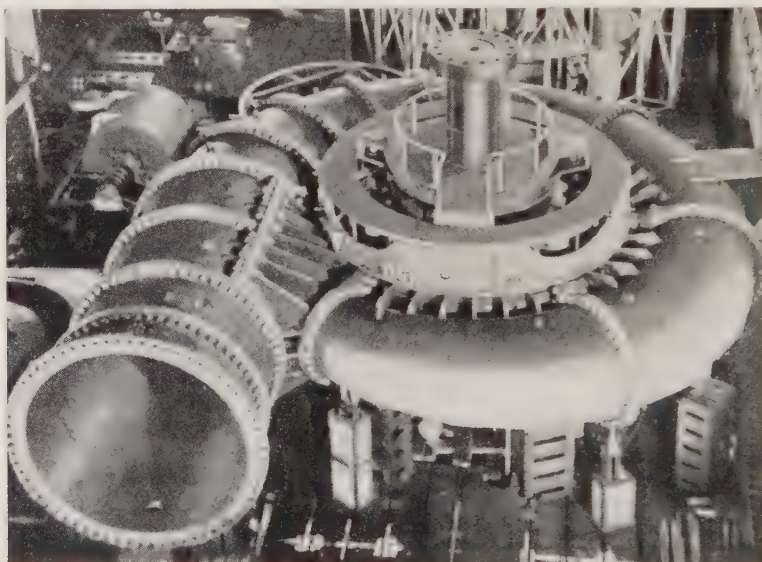
A Grenoble:

— Sogreah, laboratoire dauphinois d'hydrauliques;

— Centre d'études nucléaires de Grenoble.

* *

Grandi generatori elettrici per il Giappone. — Anche l'industria elettrica giapponese è ormai in grado di costruire macchinario di grandissima potenza. La figura che riportiamo



Turbina Francis da 137 000 kW di costruzione giapponese, per la centrale di Okutadami.

Al termine dell'incontro si è addivenuti, su proposta del dr. Morandi, alla costituzione di una Commissione mista italo-francese di cui fanno parte, per l'Italia:

— dr. Luigi Morandi, Presidente della Commissione per la ricerca industriale del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Presidente della Federazione delle società scientifiche e tecniche di Milano;

— prof. Agostino Capocaccia, Preside della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Genova, Membro del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione;

— prof. Franco Gatto, Direttore del Servizio Assistenza Ricerche della Commissione per la Ricerca Industriale e per la Francia:

— M. Raymond Cheradame, Presidente dell'Association Nationale de la Recherche Technique;

— M. Jean Coulomb, Direttore del Centre Nationale de la Recherche Scientifique;

— M. Leopold Escande, Membro dell'Accadémie des Sciences de Paris. Consigliere scientifico de la Délégation Générale à la Recherche scientifique et technique.

Tale Commissione ha il compito di porre le basi per una più stretta collaborazione italo-francese nel campo della ricerca scientifica e tecnica e di proporre ai rispettivi governi i provvedimenti da prendere per lo sviluppo di tale collaborazione.

L'accoglienza francese è stata veramente calorosa, tutti gli

dall'Electrical Journal of Japan (ETJ) rappresenta una turbina Francis da 137 000 kW, costruita in Giappone, per comandare un alternatore da 133 000 kVA. Tre unità di questo tipo saranno installate nella centrale di Okutadami.

La turbina è ad asse verticale, a unica ruota, per un salto variabile fra 130,30 e 190,20 m, e può sviluppare una potenza massima di 150 000 kW a piena apertura col massimo salto, a 200 giri/min. La girante ha un diametro massimo di 3,7 m e l'albero ha un diametro di 950 mm; la cassa spirale, costruita in 13 sezioni per ragioni di trasporto, ha diametro all'ingresso di 3,35 m e un diametro esterno di 11,2 m. L'alternatore è del tipo a ombrello, con ventilazione in circuito chiuso, da 133 000 kVA, 15 400 V, $\cos \varphi = 0,9$, a 50 p/s.

Nella cabina di Minami Kawagoe è in montaggio un trasformatore, pure di costruzione giapponese, da 240 000 kVA, a 3 avvolgimenti 250/147/15,4 kV, a raffreddamento con ventilazione forzata; il peso totale è di 500 t.

* *

Premio di studio « A. Barbagelata ». — È aperto il concorso al premio di studio « A. Barbagelata » a favore di un laureato in ingegneria industriale elettrotecnica presso il Po-

l'itecnico di Milano (Istituzione elettrotecnica Carlo Erba), che desideri perfezionare le proprie conoscenze frequentando un istituto scientifico del Politecnico di Milano.

Possono concorrere al premio i laureati successivamente al mese di giugno 1955.

I concorrenti devono presentare domanda in carta legale

da L. 100 al Rettore del Politecnico di Milano entro il giorno 30 settembre 1960, precisando l'Istituto presso il quale intendono svolgere la loro attività e documentando la propria carriera scolastica e professionale.

Il premio, dell'ammontare di L. 720 000 nette, viene corrisposto in dodici rate mensili posticipate.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali

La lubrificazione di un gruppo elettrogeno da 5100 kW con turbina a gas

1. - GENERALITÀ.

La lubrificazione di grandi turbogruppi equipaggiati con turbine a gas deve risolvere problemi analoghi a quelli che si incontrano nei gruppi con turbine a vapore di grande potenza.

Sia nell'uno che nell'altro tipo di impianto i progettisti delle turbine hanno assegnato all'olio, oltre che il compito di lubrificare i supporti ed il riduttore, anche un certo numero di compiti supplementari: l'olio deve agire come lubrificante, come mezzo idrodinamico nei circuiti di regolazione, come refrigerante per asportare calore dai supporti.

In ogni caso l'olio lubrificante deve essere in grado di lavorare per anni senza dar luogo a depositi, mantenendo pulito ed efficiente l'intero sistema di lubrificazione.

L'elevato regime termico di una turbina a gas di grande potenza non determina temperature particolarmente elevate dell'olio lubrificante che esce dai cuscinetti, temperature che rimangono dell'ordine di grandezza di quelle che si misurano allo scarico dell'olio dai supporti delle turbine a vapore.

Nel caso del gruppo installato nella centrale termoelettrica della Società Italcementi a Villa di Serio, il fluido motore entra nella turbina a 700°C ed esce a 418°C, mentre in una moderna turbina a vapore la temperatura del vapore all'ingresso della macchina è sui 500÷550°C. Le temperature misurate agli scarichi dei diversi supporti del turbogeneratore a gas sotto pieno carico ed ai giri nominali con temperature ambiente di 23°C oscillano mediamente tra i 46°C rilevati ai supporti dell'alternatore, e i 50°C sul supporto più caldo della turbina.

Piuttosto, un punto sostanziale a favore del buon comportamento dell'olio nella turbina a gas è la mancanza di acqua di condensazione che nelle turbine a vapore rappresenta uno dei più frequenti e noiosi inquinamenti del lubrificante. Infatti l'acqua in presenza di inevitabili impurità solide e di prodotti di ossidazione insolubili dà luogo ad emulsioni stabili che circolando nel sistema di lubrificazione possono causare gravi danni.

Le emulsioni, per es., per effetto della temperatura, specialmente nei ristretti aggiustaggi del circuito di regolazione, possono evaporare, determinando così la precipitazione delle impurità in sospensione, che, aderendo alle superfici metalliche, possono formare dei depositi duri tali da interrompere in tutto o in parte il regime fluidodinamico del lubrificante.

Ancora ad emulsioni stabili possono essere attribuiti eventuali e pericolosi aumenti di viscosità dell'olio lubrificante, mentre un altro inconveniente causato dalla presenza dell'acqua nell'olio, è la ruggine che si forma sulle parti metalliche del circuito di lubrificazione.

La turbina a gas, d'altra parte, può dar luogo ad un tipico inconveniente che non trova riscontro in quelle a vapore. I prodotti di combustione presenti nel fluido

evolvente possono oltrepassare le tenute e raggiungere così il sistema di lubrificazione determinando, col tempo, una dannosa contaminazione dell'olio. Per evitare serie conseguenze è perciò senz'altro consigliabile mantenere in continuo esercizio il depuratore dell'olio ed uno scrupoloso controllo della sua efficienza.

2. - GRUPPO ELETTROGENO.

La turbina a gas è installata nella centrale termoelettrica della Società Italcementi a Villa di Serio. L'impianto, che descriviamo come dalla Monografia del costruttore, è stato realizzato dalla F. Tosi di Legnano su licenza della Casa inglese Metropolitan/Vickers ed è costituito da una turbina a gas funzionante a ciclo aperto con scambiatori di calore. La turbina aziona direttamente il compressore d'aria e, a mezzo di un riduttore, l'alternatore.

Le caratteristiche del gruppo sono le seguenti:

Temperatura ambiente	15°C
Potenza resa ai morsetti dell'alternatore	5 100 kW
Combustibile usato	metano
Consumo combustibile	3 650 cal/kWh
Temperatura massima del ciclo	700°C
Giri turbina	4 300 al min
Giri alternatore	3 000 al min

Turbina.

La turbina è del tipo assiale con 5 stadi di palette. Il rotore è del tipo a dischi ed è ottenuto, mediante forgiatura, da un solo blocco di acciaio speciale resistente allo scorrimento a caldo.

Le palette mobili sono fissate entro scanalature assiali praticate nei dischi costituenti il rotore.

Ogni fila di palette fisse costituisce un diaframma montato in scanalature praticate nel cilindro.

Tutte le palette sono costruite in acciaio speciale resistente allo scorrimento a caldo.

Lo statore è composto da un cilindro esterno in lamiera saldata e da un cilindro interno in acciaio al Cr-Mo-Va.

Il cilindro interno, in corrispondenza delle palette mobili, è protetto da anelli in acciaio austenitico i quali evitano gli effetti delle brusche variazioni di temperatura.

Compressore.

È del tipo assiale con 18 stadi di palette.

Le palette mobili sono in acciaio inossidabile ad eccezione delle file n. 5, 6, 11, le quali sono in bronzo di alluminio allo scopo di evitare vibrazioni con frequenze di risonanza.

Le palette fisse sono anch'esse in acciaio inossidabile ad eccezione delle file n. 4, 5, 6, costruite in bronzo di alluminio per la stessa ragione detta sopra.

Il rotore è ricavato per fucinatura da un unico blocco di acciaio legato di alta resistenza.

Lo statore è composto da un cilindro centrale e da due testate di estremità; il materiale che costituisce lo statore è ghisa.

Camera di combustione.

Il gruppo è dotato di una sola camera di combustione sistemata di fianco al gruppo stesso.

Il bruciatore è progettato in modo da poter bruciare oltre che metano anche combustibili liquidi.

Il tubo di fiamma è protetto da materiali refrattari; è costruito in acciaio resistente alle elevate temperature che si riscontrano nella camera di combustione.

Scambiatori di calore.

Allo scopo di recuperare il calore contenuto nei gas di scarico della turbina, il gruppo è munito di n. 2 scambiatori di calore che preriscaldano l'aria in pressione proveniente dal compressore e destinata alla camera di combustione.

Gli scambiatori sono montati in posizione verticale.

Ogni scambiatore è composto da un fascio tubiero, da due piastre di estremità e da un cilindro esterno.

I gas caldi provenienti dalla turbina passano all'interno dei tubi, mentre l'aria in pressione, proveniente dal compressore, lambisce esternamente i tubi stessi.

Riduttore.

Tra il compressore e l'alternatore è interposto un riduttore di velocità a semplice riduzione.

Nella cassa del riduttore sono contenuti gli ingranaggi di azionamento della pompa olio principale e del regolatore di velocità, i quali ricevono il moto dell'albero lento del riduttore.

Le dentature degli ingranaggi sono abbondantemente lubrificate con olio in pressione.

Motore di lancio e viratore.

L'avviamento del gruppo avviene mediante il motore elettrico di lancio.

Il motore di lancio, portato il gruppo al regime di autosostentamento, si sgancia automaticamente per mezzo di uno speciale giunto disinnestabile.

Un viratore azionato da motorino elettrico provvede, oltre che alla rotazione iniziale del gruppo, anche a mantenere in lento moto l'albero durante gli arresti onde evitare eventuali distorsioni termiche che il rotore della turbina potrebbe subire a causa di disuniforme raffreddamento.

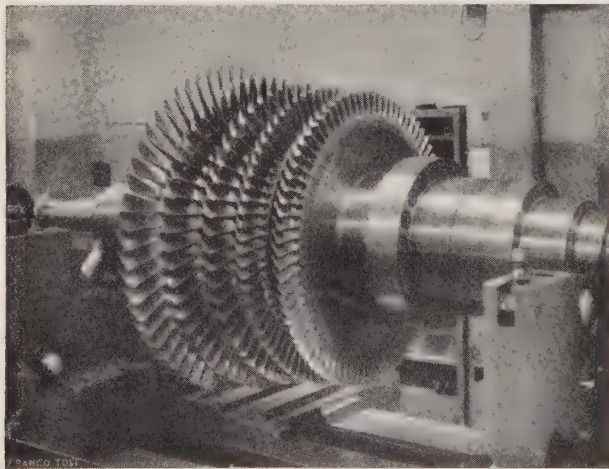


Fig. 1. — Rotore della turbina.

Regolatore di velocità e scatto di sicurezza.

Il regolatore di velocità è del tipo centrifugo, con servomotore idraulico che gradua la quantità di combustibile immesso nella camera di combustione, secondo le esigenze del carico.

Qualora il gruppo raggiungesse una velocità eccessiva

interviene lo scatto di sicurezza, il quale interrompe la erogazione di combustibile alla camera di combustione arrestando la macchina.

Alternatore.

L'alternatore è stato costruito dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri. Costruzione tipo chiuso autoventilato e con raffreddamento dell'aria a mezzo di refrigeranti.

L'eccitatrice è coassiale all'albero del rotore.

Nelle figure 3 e 4 riportiamo lo schema dell'impianto.

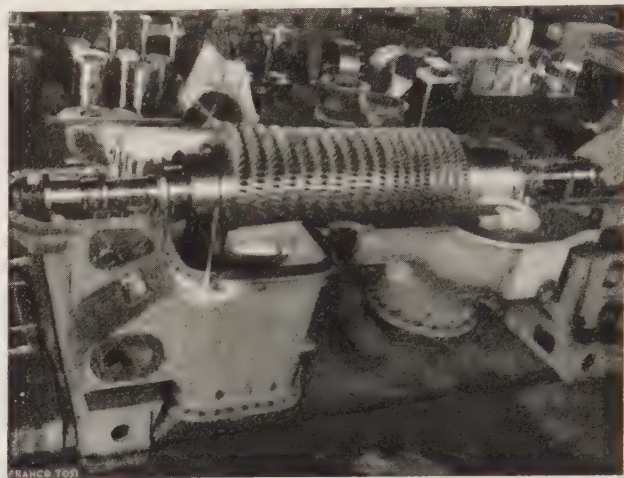


Fig. 2. — Rotore del compressore.

3. - SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE.

La lubrificazione delle diverse parti del turbogruppo è realizzata col sistema a circolazione forzata riprodotto in fig. 3.

La pompa principale dell'olio, *PP*, è azionata direttamente dall'albero della turbina tramite riduttori di velocità. L'olio viene aspirato dal serbatoio ed inviato al refrigerante; di qui una derivazione porta l'olio ad alta pressione ($3 \div 4,5 \text{ kg/cm}^2$) agli organi di regolazione della velocità e di emergenza, mentre il flusso principale, dopo aver traversato la valvola riduttrice di pressione V_1 passa al refrigerante ed al filtro, e quindi ai vari organi da lubrificare, alla pressione di lavoro di $0,4 \div 0,8 \text{ ate}$.

L'olio che si scarica dalle diverse parti si raccoglie nel serbatoio dove riposa per 286 secondi prima di ritornare in circolo.

La portata della pompa principale è di 21 l/s , la capacità del serbatoio di raccolta è di 6 000 litri.

I refrigeranti sono del tipo « a superficie »: il fluido refrigerante è acqua. I due elementi refrigeranti disposti in parallelo sono dimensionati ciascuno per il 100 % della portata dell'olio in circolo.

Il sistema filtrante è un filtro autopulitore a lamelle tipo Savara.

In derivazione al serbatoio dell'olio vi è un sistema depuratore centrifugo tipo De Laval.

Il sistema « refrigeranti, filtro » è derivato con una condotta in cui è inserita la valvola di sicurezza V_2 che interviene quando il salto di pressione tra monte e valle del sistema raggiunge, in seguito a qualche inconveniente, il valore di 1 kg/cm^2 . Il gruppo « refrigeranti, filtro » viene così cortocircuitato evitando eventuali danni che possono derivare da rilevanti salti di pressione.

All'avviamento del gruppo, la circolazione dell'olio è ottenuta con la pompa elettrica *PE*, con portata di 21 l/s , che rimane inserita fino al raggiungimento dei giri nominali, quando cioè il pressostato *P* la esclude automaticamente. La circolazione dell'olio è quindi mantenuta dalla pompa principale *PP*.

Alla fermata del gruppo, quando la pressione dell'olio nel circuito di alimentazione ai sopporti scende a 0,4 ate, il pressostato P interviene avviando la pompa elettrica PE a cui rimane affidata l'alimentazione del circuito lubrificante anche nella successiva marcia al viratore.

La valvola di sfioro V_3 scarica nel serbatoio l'eccedenza della portata del lubrificante, eccedenza che si

natura paraffinica, raffinato al solvente e le cui principali caratteristiche sono potenziate con particolari additivi.

L'esercizio di questo gruppo infatti richiede all'olio lubrificante:

« Resistenza all'invecchiamento » e cioè un'elevata stabilità chimica nei confronti dell'ossidazione, allo scopo di garantire una efficiente lubrificazione di lunga durata.

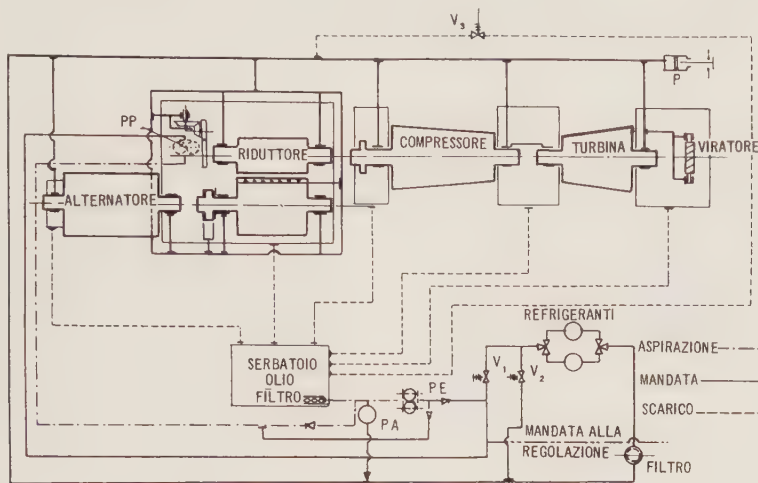


Fig. 3. — Schema del circuito di lubrificazione.

presenta quando le due pompe PP e PE lavorano contemporaneamente oppure quando si manifesta qualche inconveniente nel circuito di lubrificazione.

La pompa ausiliaria *PE* può essere inserita od esclusa anche con comando a mano.

Nel circuito di lubrificazione compare anche una pompa di emergenza a mano *PA* con portata massima di 10 l/s alla pressione di 0,2÷0,5 ate.

« Alto indice di viscosità naturale », cioè non dovuto alla presenza di additivi, tipico degli oli paraffinici. Ciò per limitare le variazioni di viscosità con le escursioni termiche.

« Alto punto di infiammabilità », allo scopo di ridurre i consumi per evaporazione e quindi i rimbocchi, a favore dell'economica conduzione dell'impianto.

« Protezione contro la ruggine », onde evitare attacchi

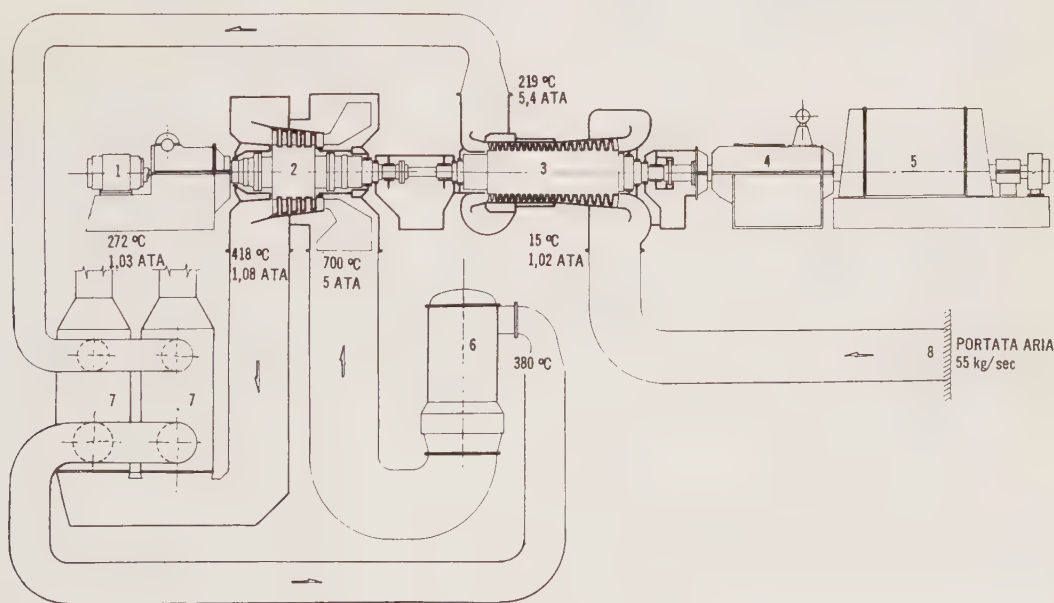


Fig. 4. — Schema dell'impianto.

4. - OLIO LUBRIFICANTE.

L'impianto è stato equipaggiato con TERESSO 47 della ESSO STANDARD ITALIANA. Alla scelta del tipo e della gradazione si è pervenuti attraverso la collaborazione dei tecnici della F. Tosi, della Metro/Vickers e del Servizio Assistenza Tecnica della ESSO. Il TERESSO 47, è un olio di alta qualità, ricavato da particolari grezzi di

corrosivi al circuito di lubrificazione dovuti agli accidentali inquinamenti dell'olio con acqua a seguito di possibili guasti al refrigerante.

« Demulsivita e proprietà antischiuma », per ottenere una rapida separazione dell'olio dall'acqua eventualmente infiltratasi nel circuito di lubrificazione ed una pronta rottura della schiuma che inevitabilmente si forma per i moti turbolenti dell'olio nel circuito di lubrificazione.

W. SLUCKIN - J. R. GREENER: *Principles of Alternating Currents*. (Cleaver-Hume Press Ltd., Londra, 1959. Un volume di 12x18,5 cm, di 338 pagine, con molte figure. Prezzo, rilegato, 15 scellini).

Il volume, che si presenta nella sua seconda edizione, costituisce un piccolo Trattato elementare sulle correnti alternate, atto per chi voglia, con modesta preparazione generale, iniziarsi seriamente all'argomento.

La lettura non richiede altro strumento matematico che l'algebra elementare e i fondamenti della trigonometria. La esposizione è chiara e semplice e rivela lo sforzo degli AA. di guidare il lettore alla più facile ma efficace comprensione di quanto viene esposto. Giovano a tale scopo gli schemi di applicazioni numeriche svolte e le molte figure che accompagnano il testo.

La materia esposta è quella classica dei Corsi di elettrotecnica generale, con qualche maggiore sviluppo riguardo ai trasformatori. Negli ultimi due capitoli è fatto cenno anche ai tubi elettronici e alle applicazioni per i forni a induzione, le lampade a scarica ecc.

Il volume si chiude con una raccolta di esercizi da svolgere, dei quali sono dati i risultati finali.

*

H. WITTE: *Handbuch der Energiewirtschaft - Band II*. (VEB Verlag Technik, Berlino, 1960. Un volume di 16x24 cm, di 647 pagine, con molte figure. Prezzo, rilegato, 60 DM).

Abbiamo segnalato a suo tempo (vedi « L'Elettrot. », 1958, pag. 291) il primo volume di questa opera della quale appare ora il secondo, mentre l'opera sarà completa in 4 volumi.

Il volume ora apparso è dedicato agli impianti di produzione di energia elettrica per via idraulica, termica, nucleare ecc. Una buona metà del volume riguarda gli impianti idroelettrici. Un primo capitolo tratta in generale l'argomento della utilizzazione delle energie idrauliche. Un secondo capitolo molto esteso è dedicato agli impianti di pompaggio e al macchinario ad essi inerente. Più succinto è il capitolo terzo, che occupa tuttavia una sessantina di pagine, riguardante le turbine idrauliche.

Un capitolo è dedicato agli impianti diesel-elettrici e un altro, relativamente sommario, agli impianti nucleari. Segue un capitolo sulla utilizzazione delle risorse climatiche: energia solare, sfruttamento dei venti e delle maree.

Il problema delle centrali per riscaldamento centralizzato e produzione di energia elettrica occupa il settimo capitolo, mentre il seguente tratta delle pompe di calore.

L'ultimo capitolo si occupa degli oli isolanti e lubrificanti.

Tutta l'esposizione è prettamente discorsiva, accompagnata da molte illustrazioni e descrizioni di impianti e diretta più agli aspetti economici che a quelli strettamente tecnici degli argomenti trattati.

Ogni capitolo è accompagnato da una ricca bibliografia.

Il libro è ricco di considerazioni utili e interessanti per i progettisti e i costruttori di impianti di produzione d'energia elettrica.

*

A. DITL: *Systeme mit modulierter Trägerwelle*. (Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig R. G., Leipzig, 1958. Un volume in-8°, di VIII + 144 pagine, con 37 figure. Prezzo 19,80 DM).

È il sesto volume di una collezione di trattati di tecnica delle alte frequenze, diretta da H. Fruehauf e J. Zenneck, e contiene un'esposizione molto completa della teoria delle onde modulate, in sette capitoli, otto appendici e un'introduzione, nella quale è succintamente illustrato lo schema di principio di un sistema di trasmissione con portante modulata e il piano di tutta l'opera.

Questa si snoda attraverso due capitoli dedicati a richiami dei metodi analitici usati per lo studio dei sistemi lineari (trasformazione di Fourier, integrale di sovrapposizione, trasmissione di informazioni discontinue) e non lineari (modu-

lazione di ampiezza e di fase, bande laterali). Viene poi un capitolo dedicato all'esame dei concetti di ampiezza e frequenza attraverso l'esame della demodulazione, delle nozioni di ampiezza e frequenza istantanee. Questi concetti sono ripresi nel capitolo successivo con la definizione di frequenza e la conseguente discussione del comportamento dei sistemi in relazione alle caratteristiche di frequenza. Naturalmente particolare importanza hanno le distorsioni e il loro calcolo, a cui sono dedicati i capitoli quinto e sesto. L'ultimo capitolo infine contiene l'esame dei disturbi.

Le appendici contengono richiami di matematica e tabelle numeriche.

L'opera è altamente teorica, ma le tabelle, i grafici, gli esempi, di cui è ricca, pongono la trattazione su un piano che porta alla diretta applicazione delle teorie esposte. Costituisce quindi un prezioso anello di una ben connessa catena, in cui specialisti e studiosi possono trovare ben ordinati e chiaramente esposti i più sottili e difficili aspetti della tecnica delle alte frequenze.

Molto bella la presentazione editoriale.

*

J. O. PERRINE: *Physics and Mathematics in Electrical Communication*. (J. F. Rider, New York, 1959. Un volume di 28x21 cm, 261 pagine, 96 figure. Prezzo 7,50 dollari (50 scellini).

Il titolo non sembra molto appropriato, ma l'opera è degna di essere segnalata, perchè è indubbiamente singolare. Prendendo a modello due libretti classici, *Calculus Made Easy* di S. P. Thompson e *Exponential Made Easy* di Ghenry de Bray, l'Autore ha scritto un trattato, che non vuol essere e non è divulgativo, ma espone alcuni concetti matematici nella forma più facilmente comprensibile a una mentalità tecnica. Perciò si è preoccupato di mettere ben chiaramente in evidenza l'utilità pratica immediata di tali concetti, la loro possibile derivazione da problemi concreti, la loro immediata utilizzazione per risolvere altri problemi. Ne è venuta una opera di facile e divertente lettura, dalla quale è bandita ogni arida astrazione e con la quale il lettore viene condotto senza fatica, aiutato da diagrammi e figure chiari e suggestivi, all'apprendimento di concetti anche sottili. Più che arricchita da esempi, l'esposizione è tutta basata su trattazioni numeriche ben concrete ed esposte con il tono discorsivo familiare di una lezione vivace e avvincente.

In tutto sono un'introduzione, quattordici capitoli e un epilogo, che cominciano con tredici magnifici disegni prospettici delle sezioni coniche. Poi vengono trattati separatamente, esponendo per ciascuna le definizioni e le proprietà fondamentali, la circonferenza e le funzioni seno e coseno, l'ellisse, la parabola, e l'iperbole, nonchè i seni e coseni iperbolici. Particolarmente da segnalare il continuo riferimento alla composizione di moti armonici e una bella tavola di figure di Lissajou, la trattazione degli specchi parabolici e una bella fotografia di un getto d'acqua parabolico.

Siamo così giunti al capitolo settimo, in cui si ritrovano considerazioni generali sulle sezioni di un cono circolare con un piano. Viene poi un lungo capitolo sulle esponenziali, introdotte in base alle leggi di decadimento naturale, illustrate mediante il problema degli interessi composti e tanti altri tratti dall'acustica, dall'elettrotecnica e via di seguito.

Il capitolo nono è dedicato ai concetti relativi a resistenza, induttanza e capacità e ai circuiti oscillanti, i quali vengono ulteriormente studiati nel capitolo successivo, dedicato alla risonanza e al decremento; mentre il capitolo decimoprimo contiene la trattazione ampia e dettagliata della carica e scarica degli induttori e condensatori.

Esponenziali, vettori, sviluppi in serie delle funzioni circolari e iperboliche, applicazioni di questi ultimi allo studio delle linee sono gli argomenti degli ultimi capitoli.

Dopo i quali non si è imparato quanto promesso dal titolo (sarebbe stato impossibile), ma si è appreso con facilità e bene, perchè esposto con chiarezza ed esattezza, quanto è stato brevemente indicato.

Un bel volume, molto ben presentato, da raccomandare a chiunque sia in possesso di cultura di scuola media.

Prontuario zoccoli valvole riceventi americane - Prontuario zoccoli valvole riceventi europee. (Editrice Radio Industria, Milano).

Due volumetti simili nella presentazione, ma diversi nel contenuto, come dice il titolo, la cui utilità per ogni utente di tubi riceventi non ha bisogno di essere affermata.

Contengono un indice analitico, dal quale si è rinviati dalla sigla del tubo al disegno dei collegamenti allo zoccolo e un secondo indice che consente il cammino inverso fornendo quindi l'indicazione dei tubi aventi lo stesso tipo di collegamento.

Una lista di intercambiabilità ed equivalenza completa la utilità dei manuali.

✱

H. STENZEL - O. BROSE: *Leitfaden zur Berechnung von Schallvorgängen.* (Springer-Verlag, 1958. Un volume in-8°, IV + 168 pagine, 149 figure. Prezzo 31,50 DM).

Dopo quasi vent'anni vede la luce la seconda edizione, curata interamente da O. Brosze senza cambiare la natura dell'opera, che è quella di una trattazione teorica approfondita e ricca di magnifiche rappresentazioni grafiche e di complete tabelle di valori numerici delle funzioni.

La materia è divisa in tre capitoli, dedicati rispettivamente allo studio del campo sonoro a grande distanza dal radiatore, in vicinanza del radiatore e di quello generato da radiatori sferici. Nel primo capitolo trova speciale sviluppo lo studio della radiazione a fascio e quindi del coefficiente di direttività e di quello di radiazione. Nel secondo capitolo si studiano i gruppi di due radiatori semplici e le membrane circolari e rettangolari, mentre nel terzo trovano posto i radiatori sferici semplici nonché gli ostacoli sferici e cilindrici.

Come si è detto, sono molto suggestivi i grafici delle distribuzioni di ugual fase e di ampiezza costante, i quali sono anche belli sotto l'aspetto estetico. L'interesse del volume va naturalmente molto oltre i confini dell'acustica, perchè le stesse trattazioni e gli stessi risultati si applicano allo studio di fenomeni di irradiazione di altra natura.

Pregevole è anche la presentazione tipografica.

✱

E. H. W. BANNER: *Instruments électroniques de mesure.* (Dunod, Paris, 1959. Un volume di 16x25 cm, 494 pagine, 240 figure, rilegato in tela. Prezzo 5 400 F).

È la traduzione francese (per opera di M. Bouvier e A. Maistre) di un volume inglese, del quale si parlò al suo apparire (v. « L'Elett. », 1955, pag. 37).

I pregi dell'opera sono accresciuti nell'edizione francese, sia per la stampa migliore e la carta che fa meglio risaltare le illustrazioni, sia perchè sono state fatte poche varianti e più numerose aggiunte a scopo di completezza e di aggiornamento. A distanza di cinque anni poi si apprezza anche maggiormente il valore fondamentale della esposizione sistematica, che rimasta fondamentalmente invariata, conserva ancora oggi la stessa freschezza, la stessa utilità.

Un bel quadro certamente utile, come si diceva allora, a chiunque cerchi informazioni per un primo orientamento nel reperimento e nella scelta degli strumenti.

✱

S. PARKER SMITH: *Problems in Electrical Engineering (Power Engineering and Electronics) with Answers.* (Ed. Constable and Company Ltd., London. Un volume di 370 pagine. Senza indicazione di prezzo).

È molto difficile conservare ad un volume, del genere di quello di cui parliamo, quei caratteri essenziali che ne fecero un'opera apprezzatissima all'epoca della prima edizione, pubblicata oltre trent'anni or sono. Ma nel caso specifico, questa difficoltà è stata superata molto brillantemente nelle edizioni successive, ed in particolare nella settima che vede ora la luce.

L'Autore con particolare cura ne ha ampliato ed aggiornato il contenuto (tanto da portare il numero di esercizi da 792 a 1981) mantenendo ad esso un eccellente equilibrio per quanto riguarda la distribuzione e la scelta dei problemi, i quali si riferiscono praticamente a tutti i capitoli fondamentali della elettrotecnica moderna.

Gli esercizi hanno carattere elementare e sono tutti di tipo numerico: il livello di essi è tale comunque da rendere il loro svolgimento molto proficuo non soltanto per i tecnici di media cultura, ma anche per gli studenti di ingegneria ed in genere per tutti coloro che desiderano acquisire o rinfrescare quella dimestichezza con il maneggio delle cifre (e quindi degli ordini di grandezza) che è tanto necessaria per la migliore intelligenza della materia.

Trattandosi di una raccolta di problemi, di cui è data molto opportunamente la soluzione, vale la pena di sottolineare il fatto che in questa edizione — come pure nella precedente — è fatto uso quasi sempre tanto delle unità del sistema M.K.S. quanto di quelle del sistema C.G.S. e ciò anche se, come lo stesso Autore fa notare, la grande maggioranza dei problemi che interessano l'ingegneria implica soltanto le unità pratiche.

Per dare una idea del contenuto del volume non potremmo fare di meglio che elencare gli argomenti ai quali si riferiscono gli esercizi (il cui numero è indicato a margine entro parentesi).

Conversione delle unità e dimensioni (49) - Campi elettrici (28) - Campi magnetici (64) - Elettrochimica e batterie (23) - Resistenze e circuiti a c.c. (69) - Grandezze alternative (30) - Circuiti a corrente alternata (144) - Reti (55) - Armoniche nei sistemi monofasi e trifasi (33) - Transitori c.c. e c.a. (54) - Strumenti ed accessori (94) - Misure (66) - Telecomunicazioni (77) - Valvole termoioniche (29) - Amplificatori a valvole e generatori di oscillazioni (88) - Modulazione e demodulazione (23) - Transistori ed amplificatori a transistori (27) - Proprietà delle linee, cavi ed isolatori (55) - Reti di distribuzione (75) - Feeders e linee di trasmissione (74) - Guasti e sistemi di protezione (41) - Fattore di potenza e sua correzione (26) - Problemi economici e costi (57) - Avvolgimenti indotti (55) - Avvolgimenti di eccitazione (20) - Macchine a c.c. (162) - Trasformatori (69) - Macchine sincrone (61) - Macchine ad induzione (70) - Convertitori (29) - Avviatori (26) - Impianti elettrici di riscaldamento e refrigerazione (31) - Raddrizzatori a vapore di mercurio (21) - Manovre di parallelo (58) - Trazione (28) - Illuminazione (27) - Sistemi di controllo automatico (14).

Vasto e vario è dunque il campo di applicazione cui si riferiscono i problemi numerici, accurata la loro scelta da parte di un Autore che ha lungamente lavorato nel campo delle applicazioni elettriche; ottima la presentazione tipografica del volume da cui potranno trarre grande vantaggio gli studenti che avranno la pazienza di svolgere buon numero degli esercizi in esso contenuti.

✱

G. G. CACCIA: *Hi-Fi Stereo.* (Radio Industria, Milano, 1959. Un volume di 15,5x21,5 cm, 134 pagine, 158 figure. Prezzo L. 900).

Per i non iniziati il titolo di questo volumetto costituisce certamente un enigma, che è meglio chiarire subito: si tratta di abbreviazioni, che hanno acquistato il valore di parole di gergo, e significano: alta fedeltà e stereofonia. L'alta fedeltà si riferisce alla capacità di un sistema elettroacustico di riprodurre i suoni originali in tutta la loro ricchezza di timbri, di tonalità e di chiaroscuri, con la minima distorsione. La stereofonia è invece un sistema di riproduzione, che ha lo scopo di fornire un'immagine sonora distribuita nello spazio, in analogia con la distribuzione delle sorgenti originali.

Ciò posto, il volume, che presentiamo, contiene un panorama descrittivo dei componenti della catena elettroacustica, con quel tanto di descrizione del funzionamento atto a indirizzare nella scelta dei componenti e nella attuazione pratica dei montaggi. Gli esperti nella tecnica del montaggio degli amplificatori vi troveranno i dati necessari alla costruzione degli apparati.

Brevi richiami di elettroacustica sono seguiti da uno sguardo generale alla catena elettroacustica e dall'esame dei preamplificatori. Segue lo studio dei circuiti ausiliari per le regolazioni e quello degli invertitori di fase.

Altri due capitoli sono poi dedicati allo studio finale e agli alimentatori. Viene poi una breve analisi delle distorsioni, un capitolo sulla controeazione e un altro sui trasformatori di accoppiamento e di uscita. Il capitolo undecimo contiene schemi completi di amplificatori; il dodicesimo è dedicato alla illustrazione dei metodi e dei circuiti per la riproduzione stereofonica. Infine gli ultimi due capitoli contengono la descrizione degli strumenti e delle misure sui componenti e sugli amplificatori.

E. S. Groiss - A. V. Posse - V. E. Touretski — **Trasporto dell'energia in corrente continua a 800 kV Stalingrado-Donbass.** (CIGRE, 1960, n. 414, pag. 20, con 8 fig.).

La rete di trasporto dell'energia Stalingrado-Donbass per collegare la grande rete d'energia del Sud dell'URSS alla centrale idroelettrica di Stalingrado, dovrà inserirsi nella rete ad altissima tensione che unirà le più grandi reti elettriche della parte europea della Russia e permetterà di evitare l'installazione di gruppi di riserva termici. L'economia d'investimento di capitale e nelle spese d'esercizio che ne risulterà, sorpasserà notevolmente le spese d'installazione della linea e del suo esercizio.

Date le condizioni di lavoro ed il bilancio dell'energia

importanti per una linea di collegamento tra reti. La corrente continua crea un collegamento senza bisogno di sincronismo, cosa che permette una regolazione indipendente di frequenza, facilita la regolazione automatica e comandata della potenza trasmessa e limita considerevolmente l'influenza dei regimi di guasto in una delle due reti sul funzionamento dell'altra. La possibilità d'utilizzare il ritorno per la terra e di impiegare mezzi più perfezionati per la protezione e la regolazione automatica, offre grandi vantaggi.

L'impianto del trasporto d'energia Stalingrado-Donbass comprende due stazioni convertitrici ed una linea aerea che le collega. La stazione di convertitori che fa parte

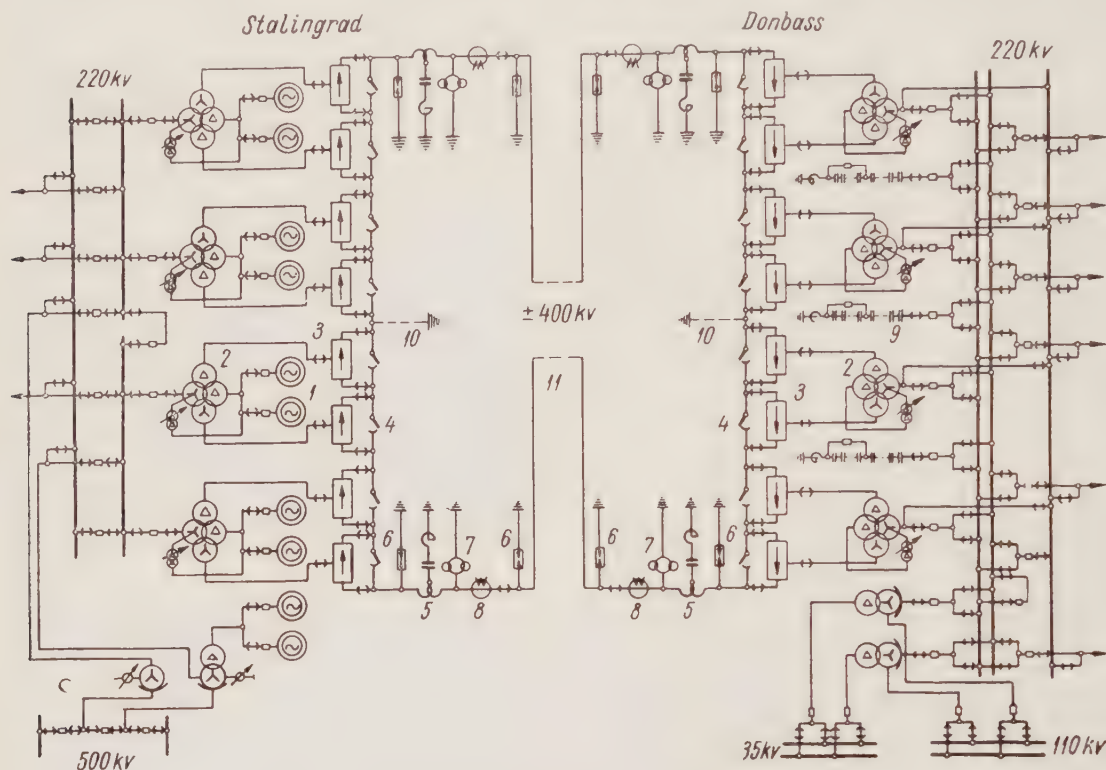


Fig. 1. - Schema generale del trasporto Stalingrado-Donbass.

1, gruppo idroelettrico, 105 MW, 13,8 kV; 2, trasformatore principale 13/85/220 kV, 210/210/270 MW, e trasformatore di regolazione $\pm 10\%$; 3, ponte di raddrizzatori; 4, sezionatore di shunt; 5, bobine di linea; 6, parafulmine; 7, trasformatore di tensione continua; 8, trasformatore di intensità di corrente continua; 9, batteria di condensatori; 10, prova di terra del ponte mediano; 11, linea aerea a ± 400 kV.

delle reti collegate è stata fissata a 750 MW la potenza nominale del trasporto Stalingrado-Donbass. La linea di trasporto sarà collegata alla rete del Sud al Donbass, ad una distanza di 475 km dalla centrale di Stalingrado.

Il problema della scelta di corrente continua o alternata per questo trasporto è stato sottoposto a studi preliminari approfonditi. Il confronto degli investimenti del capitale per un trasporto a 500 kV a corrente alternata e ± 400 kV corrente continua ha mostrato che, in ragione della limitata lunghezza della linea, le due varianti erano press'a poco equivalenti. Decidendo per la corrente continua si è preso in considerazione che questa linea deve costituire una tappa molto importante verso i futuri trasporti di grandi potenze a lunga distanza, per i quali l'impiego di corrente continua porta vantaggi economici considerevoli. Inoltre la corrente continua dà a questo trasporto nuove proprietà tecniche e funzionali che sono

della centrale idroelettrica di Stalingrado è fornita di quattro trasformatori in circuito con i ponti di raddrizzatori, le barre a 220 kV, ed otto alternatori destinati alla alimentazione della rete a corrente continua. Con questo sistema l'energia prodotta dagli alternatori può essere diretta verso il Donbass con la linea a corrente continua ed essere raccolta sulle barre a 220 kV d'una centrale idroelettrica. Se, al contrario, l'energia arriva dal Donbass, essa è raccolta sulle barre e distribuita insieme all'energia prodotta dagli alternatori della centrale idroelettrica; può essere trasmessa in particolare attraverso gli autotrasformatori a 220/500 kV ed una linea a corrente alternata a 500 kV verso la rete d'energia del Centro. Alla stazione dei convertitori del Donbass, la trasmissione o la ricezione d'energia sul lato della corrente alternata s'effettua attraverso numerose linee che partono dalle barre a 220 kV (fig. 1).

I punti mediani, sul lato della corrente continua, delle due stazioni dei convertitori sono messi a terra attraverso conduttori di terra speciali, calcolati per un passaggio prolungato della corrente nominale trasportata. Questo sistema di messa a terra divide la rete in due semicircuiti indipendenti, cosa che permette, in caso di messa fuori servizio di uno dei semicircuiti, di conservare in servizio il secondo semicircuito facendo passare la corrente per la terra. Basandosi su considerazioni economiche e sullo stato attuale della tecnica delle alte tensioni, si è scelto per i semicircuiti una tensione nominale di 400 kV (800 kV tra poli).

STAZIONI DI CONVERSIONE.

Si è deciso di ottenere la tensione continua desiderata di 800 kV per mezzo di otto ponti di raddrizzatori connessi in serie, dando ciascuno 100 kV. Al fine di facilitare le condizioni di lavoro dei raddrizzatori ed aumentare la sicurezza del funzionamento delle stazioni, si sono connessi due raddrizzatori in serie in ciascun braccio del ponte. Ciascuna stazione di convertitori comporta quattro blocchi uguali, che comprendono ciascuno due ponti di raddrizzatori ed un trasformatore. I blocchi individuali e l'insieme del circuito funzionano con circuito di conversione dodecafase.

Le richieste di potenza reattiva dei convertitori sono coperte alla stazione di Stalingrado con gli alternatori della centrale, ed alla stazione di Donbass con batterie di condensatori per una potenza nominale di 400 MVA, connessi alle barre a 220 kV.

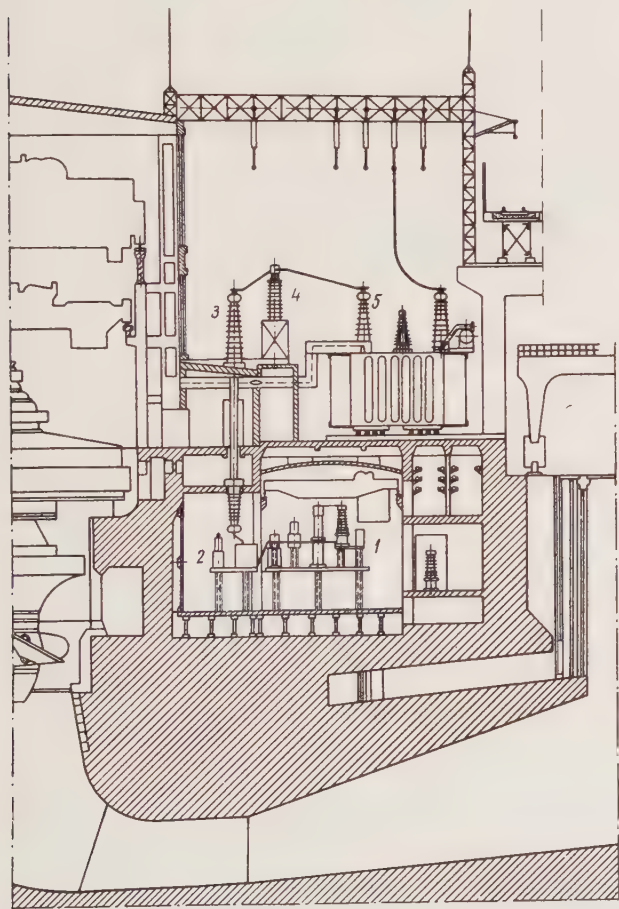


Fig. 2. - Sezione della stazione di convertitori di Stalingrado.

I ponti di raddrizzatori alle due stazioni sono identici; ciascun ponte è composto di 12 raddrizzatori attivi e due raddrizzatori shunt. Tutti questi raddrizzatori hanno una

costruzione identica, caratterizzata da un anodo unico, nodi anodici sezionati con divisori di tensione esterni, sistema di pompaggio e raffreddamento ad olio.

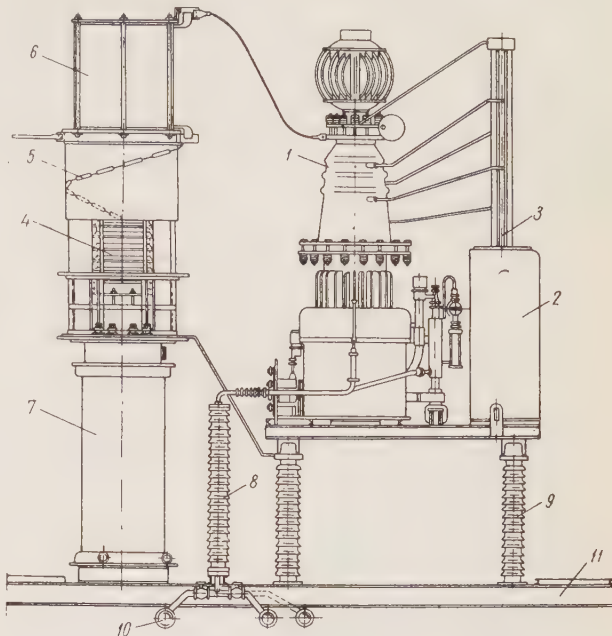


Fig. 3. - Una cellula di raddrizzatore.

1, raddrizzatore; 2, armadio; 3, divisore anodico; 4, condensatore; 5, resistenza ohmica; 6, bobina anodica; 7, trasformatore isolante individuale; 8, tubo isolante per olio di raffreddamento; 9, isolamento di sostegno del raddrizzatore; 10, tubatura d'olio; 11, piattaforma a potenziale intermedio.

L'isolamento dei raddrizzatori rispetto alla terra è realizzato in due stadi: il primo è costituito dagli isolatori di sostegno delle piattaforme al potenziale intermedio (comune a tutti i raddrizzatori di un ponte), ed il secondo è costituito dagli isolatori individuali del supporto di ciascun raddrizzatore rispetto alla piattaforma.

L'alimentazione degli ausiliari dei raddrizzatori (eccitazione, pompaggio, ecc.) e l'applicazione degli impulsi di regolazione si effettuano attraverso dei trasformatori isolanti, individuali o per gruppo, connessi in cascata. I trasformatori del gruppo sono inseriti tra il potenziale di terra e la piattaforma, ed i trasformatori individuali tra la piattaforma e ciascun raddrizzatore.

La stazione dei convertitori comporta un locale coperto, nel quale sono posti i raddrizzatori a vapore di mercurio ed i loro ausiliari, ed una cabina all'aperto dove sono installati i trasformatori principali, le bobine di induzione di linea, la batteria di condensatori, l'apparecchiatura di manovra ecc. I raddrizzatori della stazione di Stalingrado sono installati nel corpo della diga al di sotto dei condotti di scarico delle turbine idrauliche. I ponti dei raddrizzatori sono connessi ai trasformatori principali ed agli apparecchi posti all'aperto per mezzo di collegamenti in cavo a ± 200 e a ± 400 kV. Alla stazione di Donbass si è costruita, per i ponti di raddrizzatori, una costruzione apposita che ha una superficie utile di 3 800 m², con altezza del locale di 14 m. I ponti di raddrizzatori alle due sottostazioni sono connessi utilizzando celle di raddrizzatori identiche, installate sulle piattaforme al potenziale intermedio.

I ponti mediani di ciascun gruppo dei convertitori sono connessi alle prese a terra situate a circa 25 km dalla stazione, abbastanza lontano dai luoghi dove le strutture sotterranee sono numerose (cavi, tubature ecc.). Il collegamento è effettuato con una linea aerea isolata secondo la classe d'isolamento a 10 kV.

SOVRATENSIONI E LIVELLI DI ISOLAMENTO.

Le sovratensioni interne presentano un'importanza fondamentale per l'isolamento dell'apparecchiatura ad alta

tensione del trasporto Stalingrado-Donbass. Le sovratensioni sulla linea si producono al momento della chiusura del circuito di trasmissione per sbloccaggio delle griglie dei raddrizzatori, ciò che equivale ad una applicazione brusca di tensione continua di impulso ad un circuito le cui principali costanti sono l'induttanza della bobina di autoinduzione e la capacità della linea. Sovratensioni considerevoli sulla linea possono aver luogo in seguito ad effetti di risonanza durante fenomeni transitori accompagnati dall'applicazione, al circuito ricordato bobina-linea, di una tensione alternata a 50 Hz che proviene dal trasformatore principale.

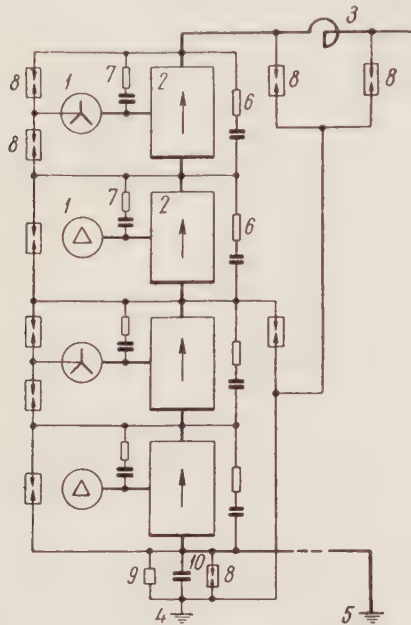


Fig. 4. - Schema di protezione contro le sovratensioni per la rete Stalingrado-Donbass (è rappresentato un semi-circuito d'una stazione di convertitori).

1, avvolgimento del trasformatore principale connesso ad un convertitore; 2, ponte di raddrizzatori; 3, bobina di linea; 4, presa di terra di protezione della stazione; 5, presa di terra del punto medio; 6, circuito R. C. che assicura l'equilibrio di tensione tra i ponti e lo smorzamento d'oscillazioni tra i poli della stazione dei convertitori; 7, circuito R. C. che assicura l'equilibrio della tensione all'interno d'una ponte; 8, parafulmine; 9, interruttore; 10, condensatori di soppressione d'oscillazioni ad alta frequenza nella linea di collegamento tra il punto medio del convertitore e la terra.

Per proteggere da queste sovratensioni l'isolamento della linea, della bobina di linea e della parte dell'apparecchiatura della stazione inserita davanti alla bobina dalla parte della linea, si sono installati parafulmini tra ciascun polo della linea e la terra. Questi parafulmini non riescono ad interrompere la corrente residua postscarica e rappresentano un sistema di scaricatori multipli, con dispositivi supplementari per ridurre la dispersione della tensione d'innescò (limiti di dispersione $\pm 7\%$) ed accelerare la deionizzazione dopo il passaggio della corrente e l'estinzione dell'arco (tempo di deionizzazione inferiore a 0,2 s). Nel caso del funzionamento di un parafulmine, un semicircuito di trasporto viene aperto dalla protezione di griglia e viene automaticamente richiuso da questa stessa protezione dopo un intervallo di tempo sufficiente perché la rigidità elettrica del parafulmine si ristabilisca. Al fine d'impedire l'intervento dei parafulmini durante la maggior parte dei fenomeni transitori prevedibili in esercizio, il limite inferiore della dispersione della tensione di innescò del parafulmine corrisponde a $1,5 U_d$ dove U_d è la tensione massima su un polo della linea, uguale a 420 kV. Il limite superiore della tensione d'innescò del parafulmine è stata scelta uguale a $1,7 U_d = 720$ kV, ciò che determina il livello superiore della sovratensione capace di agire sull'isolamento della linea e sull'equipaggiamento della sottostazione vicina alla linea.

Nei casi di certi fenomeni transitori, accompagnati da una caduta della corrente a zero in tutto il circuito o in un semicircuito di trasporto, è possibile che la tensione residua immagazzinata nella capacità della linea venga applicata al circuito di conversione, allorché i raddrizzatori non sono accesi. Per eliminare la distribuzione non uniforme di tensione della linea sugli elementi del circuito di conversione connessi in cascata, si sono previsti, nelle sottostazioni della rete Stalingrado-Donbass, condensatori supplementari che assicurano una uguaglianza forzata di questa distribuzione. Questi condensatori sono connessi in serie con resistenze ohmiche destinate ad eliminare le possibili oscillazioni. Una distribuzione uniforme della tensione continua applicata in permanenza alla linea è assicurata dai divisori ohmici nei circuiti anodici dei raddrizzatori.

Sulla base delle ricerche effettuate sulla linea Kachira-Mosca e sui modelli di laboratorio, l'equipaggiamento delle stazioni dei convertitori della linea Stalingrado-Donbass sarà protetto contro le sovratensioni interne da parafulmini dello stesso tipo dei parafulmini della linea descritti più sopra. Dopo l'innescò del parafulmine la sua corrente è interrotta dal comando automatico di griglia, con il conseguente ristabilimento del funzionamento normale del circuito di conversione.

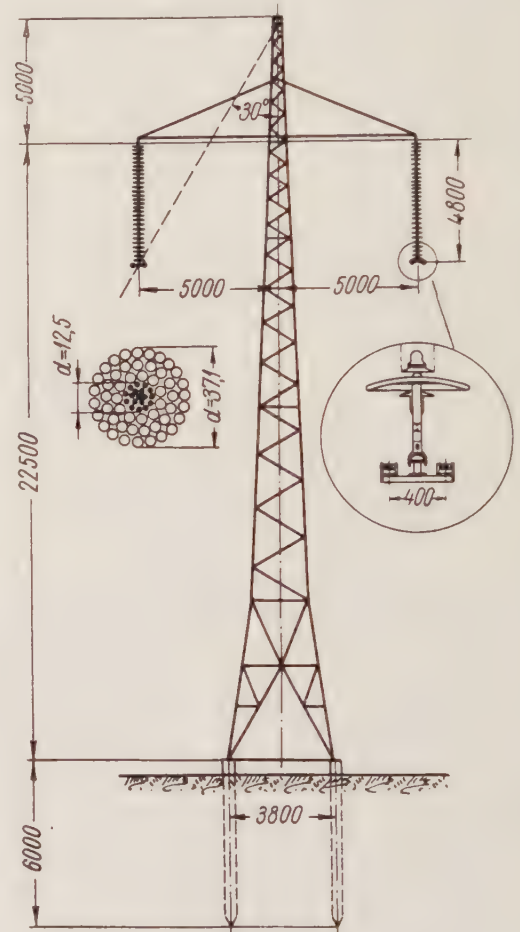


Fig. 5. - Palo di sospensione per la linea di trasporto a ± 400 kV.

L'isolamento del punto medio del convertitore è protetto da un parafulmine in parallelo con un disgiuntore che normalmente è aperto, e che si chiude nel caso d'innescò del parafulmine.

I mezzi di protezione della linea aerea a corrente continua contro le sovratensioni dovute al fulmine non sono differenti, in principio, da quelli impiegati per la protezione di una linea a corrente alternata della classe corri-

spondente. Bobine a forte induttanza, connesse in serie con la linea, semplificano considerevolmente le disposizioni destinate a limitare le onde di sovratensione dovute al fulmine che penetrano nella cabina. Le stesse bobine di linea, come anche il materiale situato tra una bobina ed un'entrata di linea, sono protetti con parafulmini montati sull'entrata della linea allo scopo di limitare le sovratensioni interne. Le sovratensioni dovute al fulmine, che possono essere pericolose per l'isolamento, non penetrano entro i limiti dei circuiti di conversione propriamente detti.

LINEA AEREA DI TRASPORTO.

Nel calcolare le distanze d'isolamento e le lunghezze delle catene, si sono prese per base le tensioni applicate in regime normale (tensione continua a ± 420 kV) ed anche in regime transitorio, quando l'isolamento può trovarsi non solamente sotto una tensione continua aumentata, ma anche sotto una tensione alternata ed una tensione continua con componente alternata sovrapposta. Il massimo di sovratensione sulla linea è limitato a 720 kV, con un parafulmine.

La distanza minima ammissibile tra il conduttore ed il palo è di 1,1 m per la tensione di servizio, e di 1,9 m per la tensione massima che corrisponde ad una sovratensione interna possibile (720 kV).

La lunghezza necessaria della catena d'isolatori è stata stabilita per due casi: 1) sovratensione interna massima sotto la pioggia; 2) tensione di servizio applicata nelle condizioni meteorologiche le più sfavorevoli (nebbia, brina, pioggia) e con le superfici degli isolatori sporche. Per i pali intermedi si è scelta una catena di sospensione composta di 22 elementi tipo a piatto di 203 mm di altezza e di 320 mm di diametro (di cui due sono previsti come riserva). Per ciascun polo della linea si sono adottati due conduttori d'alluminio-acciaio da 712 mm² di sezione d'alluminio, disposti orizzontalmente con scaricamento di 400 mm. Si ammette una densità di corrente di 0,63 A/mm², una perdita di 2,1 % per riscaldamento, alla potenza nominale, ed un campo elettrico massimo di 24 kV/cm alla superficie dei conduttori. Le perdite medie annuali previste per effetto corona si elevano a 4 kW/km.

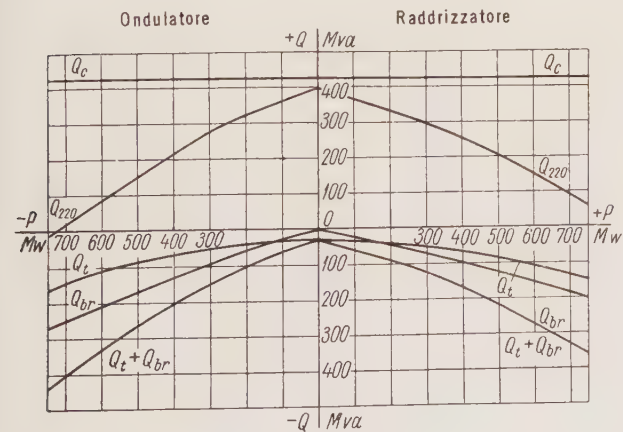


Fig. 6. - Caratteristiche di potenza reattiva $Q = f(P)$ della stazione di Donbass, funzionante come raddrizzatrice e come ondulatorice. $+P$ = potenza fornita dal raddrizzatore; $-P$ = potenza addotta all'ondulatore; Q_c = potenza reattiva consumata dai trasformatori principali; Q_{br} = potenza reattiva consumata dai ponti dei raddrizzatori; Q_c = potenza delle batterie dei condensatori sulle barre 220 kV; Q_{220} = eccesso di potenza reattiva sulle sbarre 220 kV.

Il confronto di molti tipi di pali per la linea Stalingrado-Donbass ha portato alla scelta di un palo intermedio a T, a fusto unico, in acciaio galvanizzato, su fondazioni in cemento armato.

Per evitare gli sforzi in caso di incidente meccanico (rottura dei conduttori) si è applicato l'attacco dei conduttori sulle catene di sospensione per mezzo di serracavi a rilassamento con sforzo di trattenuta limitato a $600 \div 700$ kg.

Il peso di un palo intermedio è di 4,32 t, ed il peso totale del metallo nel palo, compresa anche l'armatura delle fondazioni, è di 4,64 t. Il volume del cemento armato nelle fondazioni è di 2,1 m³. La campata media tra pali è di 370 m.

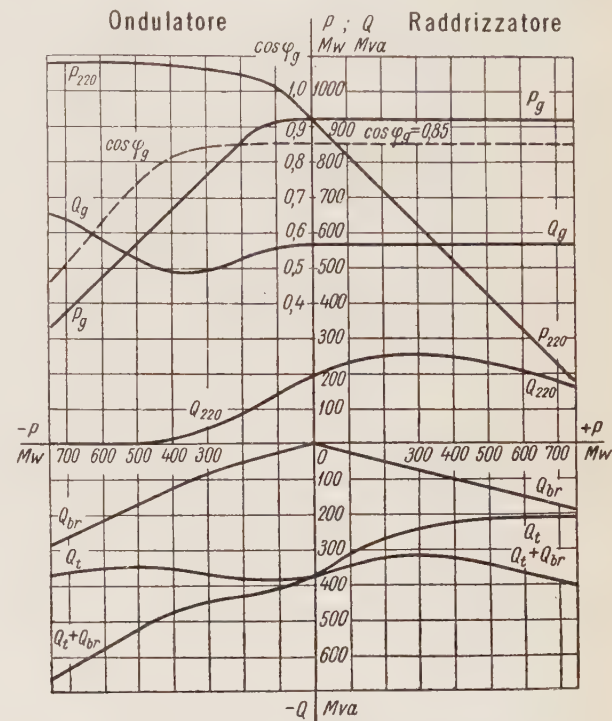


Fig. 7. - Caratteristiche della potenza attiva e reattiva della stazione dei convertitori di Stalingrado, funzionante come raddrizzatrice e come mutatrice.

$+P$ = potenza fornita dal raddrizzatore; $-P$ = potenza addotta al mutatore; Q_c = potenza reattiva consumata dai trasformatori principali; Q_{br} = potenza consumata dai ponti dei mutatori; $P_g, Q_g, \cos \varphi$ = potenza attiva e reattiva e fattore di potenza dell'alternatore; P_{220}, Q_{220} = potenza attiva e reattiva fornita alle sbarre 220 kV.

La linea è protetta contro il fulmine con un conduttore di terra, con un angolo di protezione di 30°. Il livello di protezione della linea corrisponde a $150 \div 200$ kA con una resistenza di terra del palo di 10 a 7 Ω . La probabilità d'archi dovuti al fulmine è stata valutata, per l'insieme della linea, a 1 ogni due o tre anni.

CARATTERISTICHE ENERGETICHE DELLA LINEA.

La linea di trasporto Stalingrado-Donbass offre grandi possibilità per quello che riguarda le variazioni della potenza trasportata. Si è prevista nei circuiti di trasporto una regolazione automatica a gradini effettuata sui trasformatori di regolazione, una azione sull'eccitazione degli alternatori destinati a questo trasporto, alla centrale idroelettrica di Stalingrado, ed una regolazione automatica sulle griglie di comando. Un'inversione di direzione della potenza può essere effettuata sia automaticamente, sia con comando per mezzo di manovre coordinate sui dispositivi di comando di griglia delle due stazioni.

Per tutti i valori della potenza trasportata, lo stabilirsi del regime di marcia per le stazioni dei convertitori avviene automaticamente; questo regime è scelto in funzione del consumo minimo di potenza reattiva e del minimo di perdite d'energia. La potenza delle batterie dei condensatori di Donbass è stabilita per la condizione di

copertura completa dei bisogni di potenza reattiva dei ponti di raddrizzatori e dei trasformatori principali du-

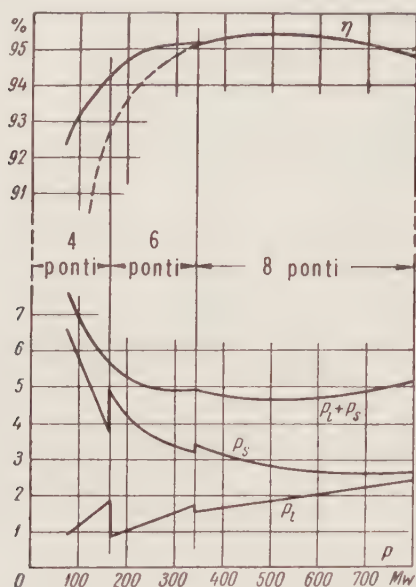


Fig. 8. - Perdite relative di potenza e rendimento del trasporto Stalingrado-Donbass.

P_l, P_s = perdite relative nella linea e le stazioni in percento, ricondotte alla potenza trasportata P ; η = rendimento del trasporto; C curva a tratto intero = ponti e trasformatori disconnessi in caso di basso carico; C curva punteggiata = impiego senza disconnessione.

rante il trasporto della potenza nominale da Stalingrado al Donbass. Se si trasporta al Donbass una potenza più

debole, o se la direzione dell'energia è invertita e la stazione di Donbass funziona come raddrizzatrice, questa stazione consuma meno potenza reattiva ed è possibile fornire una eccedenza di questa potenza alla rete a 220 kV. La distribuzione della potenza reattiva dei condensatori nei differenti regimi di funzionamento è indicata nella fig. 6.

La potenza reattiva necessaria per i ponti di raddrizzatori e trasformatori principali della stazione di Stalingrado è fornita dai generatori idroelettrici. Come indica la fig. 7, quando la stazione funziona come raddrizzatrice, gli otto alternatori destinati a questo trasporto funzionano con $\cos \varphi$ nominale di 0,85, fornendo potenza reattiva ai ponti di raddrizzatori (Q_{br}) ed ai trasformatori (Q_t), ed inoltre alimentano di potenza reattiva (Q_{220}) le sbarre a 220 kV. La potenza attiva prodotta dai generatori (P_g) è suddivisa tra la linea Stalingrado-Donbass (+ P) e le sbarre a 220 kV (P_{220}). Se la stazione funziona come ondulatorice, mano a mano che la potenza (— P) proveniente da Donbass aumenta, la potenza addotta alle sbarre a 220 kV cresce fino ad un valore limitato dal potere di trasporto dei trasformatori principali ($4 \times 270 = 1080$ MVA). Questo regime richiede che la potenza attiva degli alternatori sia ridotta, e se la potenza che viene da Donbass sorpassa 300 MW, è necessario che gli alternatori funzionino con un fattore di potenza ridotto.

La relazione tra il rendimento del trasporto Stalingrado-Donbass e la potenza trasportata è indicata nella fig. 8. Al fine di ottenere il massimo di rendimento del trasporto per i carichi inferiori alla metà della potenza nominale, si prevede la possibilità di funzionamento di ciascuna stazione con sei o quattro ponti di raddrizzatori, con una tensione sulla linea di 600 o 400 kV.

Ri.



ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
ERETTA IN ENTE MORALE IL 3 FEBBRAIO 1910

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI NAPOLI

Venerdì 25 marzo 1960 il dr. ing. **Angelo Pistilli**, della Siemens, S.p.A., Milano, ha tenuto una conversazione sul tema: « **Amplificatori Parametrici** ».

Il problema dell'amplificazione con basso livello di rumore è divenuto oggi uno dei grandi problemi di attualità soprattutto negli impianti dei radio telescopi o in quelli di fisica sub-atmica.

Tecniche molto progredite hanno permesso di realizzare, in questi casi, amplificatori veramente eccezionali nei quali il livello di rumore risulta inferiore ai 0,5 dB. Tuttavia queste realizzazioni sono estremamente costose e possono essere adoperate soltanto in impianti particolarmente qualificati. Tuttavia, lo svilupparsi della fisica dello stato solido e il perfezionarsi della tecnologia dei transistor di germanio o di silicio ha consentito di realizzare dei sistemi amplificatori a basso livello di rumore (qualche dB) e di costo tanto basso da consentirne l'impiego nei casi correnti e nelle apparecchiature commerciali sia nel campo della radio, sia in quello dei calcolatori elettronici.

L'oratore, con semplici analogie ed illustrando il suo dire con delle proiezioni molto interessanti, ha portato l'uditorio al centro del problema, analizzando sia i principi teorici sui quali si basano gli amplificatori parametrici, sia gli schemi di attuazione di questi sistemi che costituiscono una vera novità ed una vera conquista nel campo della tecnica elettronica.

La conferenza è stata seguita dagli intervenuti con grandissimo interesse ed al termine l'oratore è stato vivamente complimentato ed applaudito.

✱

Venerdì 1° aprile 1960 il dr. ing. **Ubaldo Tassi**, della Philips, S.p.A., Milano, ha tenuto una conferenza sul tema: « **Stabilità termica dei circuiti a transistor** ».

L'oratore dopo brevi parole introduttive entra in argomento: gli effetti delle variazioni della temperatura ambiente sui circuiti equipaggiati con transistor possono essere previsti e valutati nella loro entità con sufficiente accuratezza ricorrendo ad un metodo grafico che consente di ottenere la migliore prestazione del circuito compatibile con la sicurezza di funzionamento imposta in fase di progettazione.

Il metodo grafico si rivela particolarmente utile nello studio degli stadi finali di potenza nei quali l'energia dissipabile internamente al transistor costituisce l'elemento da cui dipendono quasi esclusivamente le prestazioni massime che si possono ottenere con un dato tipo di transistor.

Anche la stabilità termica e la sicurezza di funzionamento dei transistor impiegati nei circuiti interruttori può essere agevolmente studiata considerando, nelle successive fasi di lavoro del transistor, lo spostamento del punto di lavoro nel piano delle caratteristiche di uscita del transistor.

Al termine della conversazione si sono avuti numerosi interventi ed, alla fine, l'oratore è stato vivamente applaudito.

✱

Venerdì 8 aprile 1960 il prof. ing. **Francesco Mazzoleni**, Ordinario dell'Università di Napoli, ha tenuto una conversazione sul tema: « **Uno sguardo alla Fisica ed alla Tecnologia dei semiconduttori** ».

L'oratore, prendendo le mosse dalla teoria atomica della costituzione dei cristalli ha sviluppato il suo tema illustrando le caratteristiche che hanno alcuni corpi, quali il germanio ed il silicio, quando si trovino allo stato di assoluta purezza.

In queste condizioni l'equilibrio elettrico del sistema cristallino è tale che il corpo si comporta come un isolante. Quando, però, il cristallo viene inquinato con tracce di elementi trivalenti o pentavalenti l'equilibrio del sistema viene modificato, per cui nella struttura vengono a trovarsi elettroni in difetto od in eccesso; lo squilibrio elettrico del cristallo è quello che determina la possibilità di passaggio ad una corrente. La diversa combinazione di cristalli nei quali vi siano deficienza o eccesso di elettroni rende possibile la costruzione di vari tipi di circuiti, nei quali il comportamento dei cristalli risulta del tutto analogo a quello dei comuni diodi o triodi tradizionali a catodo caldo.

Dopo la chiara esposizione della teoria elettronica l'oratore è passato ad illustrare il metodo mediante il quale è possibile ottenere dei gradi di presenza rilevanti, e il metodo corrente per la produzione dei diodi e dei transistor al germanio.

La conferenza è stata ampiamente illustrata da grafici, ed al termine, dopo una interessante discussione con gli intervenuti, durante la quale si sono fatte considerazioni sul comportamento dei bimetalli e dei cristalli di carbonio (diamante) l'oratore è stato vivamente applaudito.

✱

SEZIONE VENETA

Il giorno 13 maggio 1960 nell'Aula Magna della Scuola di Ingegneria, gentilmente concessa, il dr. ing. **Antonio Ciniero**, delle Industrie Elettiche di Legnano, ha tenuto davanti a un folto pubblico di soci, docenti e studenti universitari una interessante conferenza dal titolo: « **Comportamento dinamico dei trasformatori in condizioni di corto circuito a tensione nominale** ».

Premessi alcuni richiami della teoria delle azioni elettrodinamiche nei trasformatori, l'oratore ha esposto un metodo sperimentale che impiega sonde elettromagnetiche per rilevare la configurazione del flusso radiale di dispersione degli avvolgimenti dei trasformatori del tipo a colonne, il che permette di controllare la fondatezza delle ipotesi poste a base dei calcoli degli sforzi di corto circuito e di risalire alla valutazione degli sforzi stessi. L'oratore ha poi descritto un metodo per accertare se un trasformatore ha sopportato senza danno la prova di corto circuito a piena tensione nominale, senza estrarlo dalla cassa. I risultati di prove eseguite su due trasformatori di media potenza sono stati illustrati da diversi oscillogrammi; la conferenza è stata completata dalla proiezione di un cortometraggio che ha messo in evidenza la possibilità di indagine diretta del comportamento di un avvolgimento di trasformatore in corto circuito se la ripresa fotografica è effettuata ad almeno 1500 fotogrammi al secondo.

Vivissimo e caloroso il consenso del pubblico che alla fine è più volte intervenuto per precisazioni e chiarimenti.

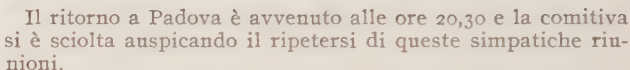
✱

Il giorno 2 giugno 1960 ha avuto luogo la **gita tecnico-turistica della Sezione Veneta dell'AEI alle dighe di Pontesei e del Vajont della SADE**.

I 65 partecipanti, con autopulmann e mezzi propri, dapprima si sono recati alla diga di Pontesei sul fiume Maé in Val di Zoldo. Ad accoglierli erano l'ing. Sestini della Soc. Adriatica di Eletticità, Direttore di esercizio degli Impianti del Piave, e l'ing. Ghetti dell'Azienda Idroelettrica. Dopo una accurata visita alla diga (resa famosa da una frana della sovrastante montagna che ha riempito circa metà del bacino utile) i gitanti si sono recati alla centrale di Pontesei, completamente automatica e comandata dalla centrale di Gardona. Vennero eseguite interessanti manovre di avviamento automatico a dimostrazione dell'efficienza degli automatismi di regolazione.

La diga del Vajont del tipo a volta a doppia curvatura, è la più alta del mondo (261,60 m); attualmente è in fase di completamento e costituirà un invaso di ben 160 milioni di metri cubi a quota di 722,50 m: con l'apporto delle acque del fiume Vajont, del fiume Maè e del fiume Boite attraverso la derivazione della centrale Pontesi.

A mezzo di ascensori i partecipanti sono discesi nelle gallerie interne delle strutture della diga fino alla centrale in caverna di Colomber (9 000 kW) in fase di costruzione e che, come quella di Pontesi, sarà completamente automatica e sfrutterà il dislivello rappresentato dalla differenza fra le quote istantanee di invaso nel serbatoio del Vajont e della piezometrica nella galleria Pieve di Cadore-Val Gallina.



COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Riunioni dei Sottocomitati e delle Commissioni di Studio del CEI avvenute nel mese di Luglio 1960

presso la sede del CEI o in altra sede specificata

7 luglio, ore 10 - *Sottocomitato 41 « Relè »*. Riunione plenaria; presiede prof. dr. ing. A. Parrini.

- 2) Programma per la revisione delle Norme italiane.

2) Programma per la revisione delle Norme italiane.

7 luglio, ore 15 - *Sottocomitato II « Impianti » - Comitato di redazione della Commissione II/II « Impianti elettrici nei locali con pericolo d'incendio o di esplosione »*; presiede dr. ing. G. E. Niccoli.

— Preparazione riunione 8/7 Commissione II/II.

8 luglio, ore 9,15 - Sottocomitato 20 « Cavi » - Gruppo di Lavoro n. 2 della Commissione 20 B « Cavi isolati in gomma e materie plastiche »; presiede dr. ing. F. Marocchi.

— Prescrizione di prova per i materiali nella costruzione dei cavi isolati in gomma e materie plastiche.

8 luglio, ore 10 - Sottocomitato 45 « Apparecchi di misura utilizzati in relazione con radiazioni ionizzanti ». Riunione plenaria; presiede prof. E. Gatti.

- 1) Discussione sull'interpretazione dei documenti esaminati durante la prima riunione e in particolare se sono di competenza del Comitato i soli strumenti di tipo industriale (fisico-sanitario, strumentazione di reattori) o anche quelli per uso medico e per ricerche di fisica nucleare.

2) Esame comparativo delle proposte di nomenclatura e classificazione degli strumenti esposte dai singoli membri del Sottocomitato.

3) Compilazione osservazioni ai documenti IEC.
8 luglio, ore 10 (presso Soc. Edisvolta - via Carducci 1 - Milano) - *Sottocomitato* II « Impianti » - *Commissione* II/IX

— Esame di quanto redatto dal Comitato di Redazione.

— Esame di quanto redatto dal Comitato di Redazione.

12 luglio, ore 15 - Sottocomitato 40 « Componenti per apparecchiature elettroniche » - Commissione 40-1 « Condensatori e resistori »; presiede dr. ing. M. Mariani.

- 1) Prosecuzione esame parallelo dei progetti di Norme sottoelencati per il testo dei capitoli II e seguenti:

- a) Condensatori a nastro dielettrico avvolto per corrente continua.

- b) Condensatori ceramici di classe I e II.
- c) Resistori fissi non a filo di classe I e II.

- d) Potenzimetri con elemento resistivo a strato di grafite.

13 luglio, ore 15 - Sottocomitato 15 « Materiali isolanti ».
 Riunione plenaria; presiede prof. P. Regoliosi.

- 1) Esame documento CEI 15/20 « Progetto di Norme per materiali isolanti stratificati in tubi a base di resine termoindurenti » (5^a bozza).

- 2) Esame documento CEI 15/9 « Progetto di Norme per nastri, tele e tubi tessuti con filato di vetro, impiegato nelle costruzioni elettriche ».

- 3) Attività internazionale: esame documenti IEC 15 (U.K.) 20 e 15 (Secret.) 29 per quanto riguarda il Gruppo di Lavoro n. 9 - Riunione generale IEC a Nuova Delhi, doc. 15 (C.O.) 23 - Esame dei vari argomenti proposti all'ordine del giorno, in particolare quelli relativi al condizionamento generale (punto 4) e alle prove sulle lastre isolanti placcate rame (punto 6).

15 luglio, ore 9,30 - Sottocomitato 20 « Cavi » - Gruppo di Lavoro della Commissione 20 B « Cavi isolati in gomma e materie plastiche »; presiede dr. ing. F. Marocchi.

— Continuazione esame iniziato il giorno 8-7-1960.

16 - Milano) - Sottocomitato 11 « Impianti » - Commissione 11/11 « Serrature per ascensori »; presiede on. prof. N. Falletti.

— Insediamento della Commissione.

22 luglio, ore 10,15 - Sottocomitato 17 « Grossa apparecchiatura » - Commissione n. 2 « Interruttori corrente alternata e continua, B.T. di protezione »; presiede prof. dr. ing. S. B. Toniolo.

1) Esame proposta del Comitato Tecnico 17 IEC per nuove definizioni circa le apparecchiature di protezione e manovra.

2) Elaborazione risposte al referendum internazionale 17 (Secret.) 903.

3) Proposte per la riedizione del fascicolo CEI 17-5.

25 luglio, ore 15 (presso Ufficio prof. Bottani - via Saffi 15 - Milano) - Sottocomitato 17 « Grossa apparecchiatura » - Commissione n. 1 « Interruttori corrente alternata, A.T. »; presiede prof. E. Bottani.

— Risposte ai doc. IEC 17 A (C.O.) 30 e 17 (Secret.) 903.

26 luglio, ore 9 - Sottocomitato 103 « Telefonia » - Gruppo di Redazione della Commissione C « Impianti a onde convogliate »; presiede dr. ing. E. Sailer.

— Fine discussione sulle Norme relative alle bobine di sbarramento per impianti a onde convogliate.

26 luglio, ore 15 - Sottocomitato 2 « Macchine elettriche rotanti » - Commissione 2 F « Spazzole »; presiede prof. L. Merigliano.

1) Stesura risposta al doc. IEC 2 F (C.O.) 3.

2) Esame documenti IEC 2 F (Secr.) 3-4-5-6-7-8-9.

27 luglio, ore 9,15 - Sottocomitato 20 « Cavi » - Gruppo di Lavoro n. 2 della Commissione 20 B « Cavi isolati in gomma e materie plastiche »; presiede dr. ing. F. Marocchi.

— Continuazione esame iniziato il giorno 8-7-1960.

✱

Riunione del Gruppo di Lavoro n. 2 (Suscettività dei ricevitori) del S.C. 12-1 (Misure sui radioricevitori) della IEC

(Parigi, 23-25 maggio 1960)

Dal 23 al 25 maggio 1960, sotto la Presidenza di J. de Mare (Francia), si è riunito a Parigi il Gruppo di Lavoro n. 2 (Suscettività dei ricevitori alle perturbazioni) del Sottocomitato 12-1 (Misure sui radioricevitori) della IEC (International Electrotechnical Commission).

Erano presenti esperti della Danimarca, Francia, Germania, Olanda, Svezia e Svizzera, ed in rappresentanza del Comitato Elettrotecnico Italiano era presente il prof. E. Paolini.

È stato esaminato il progetto della Segreteria riguardante le norme di prova per la suscettività alle interferenze dei ricevitori AM nella gamma delle onde lunghe e medie. In tale progetto, frutto anche di una serie di esperienze condotte in Svizzera su ricevitori di vari Paesi di radiotrasmissioni modulate in ampiezza, sono state considerate come interferenze tre tipi semplici: tensione di radiofrequenza applicata ai terminali delle reti di alimentazione, campo elettrico e campo magnetico nei quali è immerso lo chassis del ricevitore ed è stata determinata la sua sensibilità a tali grandezze per rapporto alla sensibilità utile attraverso l'antenna; stabilendo così degli indici convenzionali di protezione.

Il documento verrà rielaborato in una successiva edizione, nella quale si terrà conto delle osservazioni fatte, e sarà così presentata per l'approvazione della sua pubblicazione con la regola dei 6 mesi al Sottocomitato 12-1.

È stato successivamente esaminato e discusso il progetto del Segretariato sulle Norme di prova della suscettività dei ricevitori di radiotrasmissione modulate in frequenza alle perturbazioni di forma impulsiva (simulanti le interferenze dell'accensione dei motori a scoppio).

Questo progetto è stato oggetto di molte osservazioni e per stabilire la rispondenza dell'indicazione ottenuta alla sensazione soggettiva del disturbo, sono state condotte serie di prove sperimentali statistiche presso il Laboratorio Centrale delle Industrie Elettriche Francesi di Fontenay presso Parigi alle quali hanno partecipato esperti del Gruppo di Lavoro.

È stato deciso di compilare una nuova edizione del documento da presentare al Sottocomitato 12-1 per la sua discussione ulteriore allo scopo di proporre la sua pubblicazione con la regola dei sei mesi.

E. P.

Riunione del Gruppo di Lavoro n. 2 (Apparati I.S.M. - Industriali, Scientifici e Medicali) del C.I.S.P.R.

(Londra, maggio 1960)

Il 19 maggio 1960 si è riunito a Londra, sotto la Presidenza del dr. L. W. Thomas (USA) il Gruppo di Lavoro n. 2 (Disturbi dovuti agli apparecchi industriali, scientifici e medicali) del CISPR. Erano presenti esperti della Danimarca, Francia, Germania, Gran Bretagna, Norvegia, Olanda, Svezia, Svizzera ed un rappresentante della EBU. Rappresentava il Comitato Elettrotecnico Italiano il prof. E. Paolini.

Ogni rappresentante ha esposto il lavoro svolto nel proprio Paese dalla riunione plenaria (1958) del CISPR ed il programma di lavoro previsto per il futuro, sino alla data (1961) della prossima riunione plenaria.

Sono stati esaminati i progressi fatti nei vari campi di studio affidati al Gruppo di Lavoro n. 2.

a) Dalla CCIR, il CISPR è stato incaricato di determinare quali regolamenti devono essere adottati riguardo agli apparati che generano radiofrequenza per scopi diversi dalle radiocomunicazioni, comprendendo perciò in essi gli apparati ISM (Industriali, Scientifici e Medicali), per ridurre le interferenze causate alla radio e alla video diffusione, alle radiocomunicazioni ed alle radiolocalizzazioni. Inoltre è stato richiesto di determinare quali classi di apparati devono essere inclusi nelle categorie suddette e quale appropriata forma di regolamentazione debba essere adottata per le varie classi.

Su questo argomento è stato esaminato un progetto inglese di limitazione delle interferenze limitato agli apparecchi che usano la radiofrequenza per riscaldamento locale (saldatrici, forni, essiccatoi, ecc.) che verrà discusso nei vari Comitati Nazionali.

b) È stato deciso di esaminare come varia il campo e la sua polarizzazione al variare della distanza della sorgente operante in condizioni di installazione reale, e quando l'antenna di misura di tale campo è realmente installata in un edificio; ed inoltre di esaminare l'effetto che la posizione del generatore industriale di radiofrequenza ha sul campo radiato.

c) È stato deciso di esaminare quali condizioni di lavoro devono essere specificate per la misura delle interferenze.

Due contributi cecoslovacchi sono stati presentati in questo argomento, nei quali viene anche esaminata la relazione tra le interferenze prodotte da apparecchi di diatermia con carico artificiale e con carico reale.

d) La fissazione di limiti di interferenze che costituiscono, per le varie classi di apparati, una sufficiente protezione della radio diffusione e della TV, e che siano praticamente realizzabili, è stata esaminata, e pur non essendo ancora in condizioni di presentare concrete e documentate proposte finali, il Gruppo di Lavoro ha confrontato i dati disponibili, esortando a raccogliergli altri.

Un progetto inglese, riguardante alcune classi di disturbatori ha permesso di constatare che il limite precedentemente proposto di 30 $\mu\text{V/m}$ a 30 m è (salvo per i preriscaldatori) difficilmente ottenibile, ma comunque i vari Paesi sono stati invitati ad esprimere una opinione riempiendo una prevista tabella, se possibile, con i dati di loro competenza.

Da parte italiana si cercherà di presentare i dati statistici ordinati delle prove effettuate dalla RAI-TV per la riduzione delle interferenze che danno luogo a reclami.

Sono state precisate le bande di frequenza in cui la radiazione è praticamente libera, esortando i costruttori di apparati aventi le generazioni di potenza a radiofrequenza come condizione di funzionamento a rimanere entro tale gamma.

È stato deciso di aggiungere alla classe degli apparecchi ISM (Industriali, Scientifici e Medicali) anche i sistemi di allarme ad altra frequenza basato sulla vicinanza ad un'antenna trasmittente di corpi in movimento.

E. P.

✱

Riunione del Gruppo di Lavoro n. 5 (Radiazione dei ricevitori radio e T.V.) del C.I.S.P.R.

(Londra, maggio 1960)

Il 20 maggio 1960, sotto la Presidenza del dr. Stumpers (Olanda), è stato riunito a Londra il Gruppo di Lavoro n. 5 del CISPR. Erano presenti gli esperti dei seguenti Paesi: Belgio, Francia, Danimarca, Germania, Gran Bretagna, Fin-

landia, Olanda, Norvegia, Svezia, Svizzera, Stati Uniti ed i rappresentanti della EBU e della OIRT. Rappresentava il Comitato Elettrotecnico Italiano il prof. E. Paolini.

Il compito di questo Gruppo di Lavoro è legato ad uno dei compiti del Sottocomitato 12-1 della IEC e molti membri sono in effetti comuni ai due organismi.

Le questioni allo studio sono le seguenti:

a) Determinare le condizioni tra la misura dell'interferenza fatta con il metodo CISPR e l'effetto di tale interferenza sui ricevitori diversi da quelli di radiodiffusione a TV.

Due rapporti, inglese e svizzero, di alcuni anni fa, danno risposta a questo quesito, e un recente studio cecoslovacco tratta della stessa questione. Sulla scorta di questi dati è possibile dare soddisfacente soluzione al problema.

b) Correlazione tra misure a 10 m ed a 3 m e possibilità di sostituire la misura di radiazione con una misura di corrente di terra nel circuito di alimentazione.

Le opinioni sono state diverse riguardo alla prima parte e sono stati espressi forti dubbi sulla possibilità di trovare una correlazione in misura tanto dipendente dall'ambiente nel quale viene eseguita la prova. Comunque, data la prevalenza di opinioni per la misura a 3 m od all'interno già decisa dal CISPR, sarà sollecitato il Presidente del Sottocomitato 12-1 della IEC affinché riesamini le Norme già pubblicate sulla misura della radiazione dei ricevitori per adeguarle al metodo CISPR.

Da parte italiana è previsto un confronto delle misure di interferenza dei ricevitori FM e TV nel campo VHF usando i metodi IRE (30 m di distanza) e IEC (10 m di distanza).

È stato deciso di affidare alla IEC la decisione sull'opportunità di eseguire la misura della corrente di terra (opportunità sostenuta dagli esperti francesi e svedesi, almeno sino a 200 MHz).

c) Fissaggio dei limiti della interferenza come campo e tensione generata.

È stato deciso che, nel campo delle onde medie il limite di tensione asimmetrica generata alla rete di alimentazione possa essere provvisoriamente fissata in 250 μ V, allo scopo di proteggere un campo utile di circa 2 mV/m. Questi sono i limiti risultati da prove statistiche effettuate in Belgio tra ricevitori che non hanno dato luogo a reclami. Gli esperti olandesi hanno pure proposto limiti di campo per gli oscillatori locali, in funzione delle bande di frequenza.

d) Suscettività dei ricevitori alle radiazioni parassite.

Il problema è stato rimandato al Gruppo di Lavoro n. 2 del Sottocomitato 12-1. Da parte italiana è stata promessa la esecuzione di prove statistiche nell'accoppiamento tra rete ed antenna di ricevitori aventi tale antenna in ferrite.

Il Presidente ha esortato tutti i membri a raccogliere il maggior numero possibile di dati sperimentati allo scopo di poter rispondere con ragionevole attendibilità alle varie questioni poste allo studio.

E. P.

✱

Tabelle UNEL definitive

La UNEL ha pubblicato, in formato A5, le seguenti tabelle:

UNEL 02111 - Nastri isolanti di tessuto di vetro grezzo (2 tabelle).

UNEL 17614 - Elementi riscaldanti per ferri da stiro domestici senza termostato (2 tabelle).

UNEL 36712 (2ª ed.) - Cavi per telecomunicazioni isolati con materiale termoplastico - Disposizione degli elementi per la formazione del centro e delle corone (2 tabelle).

UNEL 36713 (2ª ed.) - Cavi per telecomunicazioni a coppie isolati con materiale termoplastico (4 tabelle).

UNEL 36714 (2ª ed.) - Cavi per telecomunicazioni a terne isolati con materiale termoplastico (4 tabelle).

UNEL 36715 - Cavi per telecomunicazioni a quarte isolati con materiale termoplastico (4 tabelle).

UNEL 36716 - Cavi per telecomunicazioni a quinte isolati con materiale termoplastico (4 tabelle).

UNEL 76111 - Lampade ad incandescenza per funzionamento in parallelo, a filamento spiralizzato, per illuminazione dei rotabili ferroviari (3 tabelle).

UNEL 76112 - Lampade ad incandescenza per funzionamento in parallelo, a filamento concentrato, per rotabili ferroviari (3 tabelle).

Le tabelle UNEL 76111 e 76112 sono state pubblicate anche in formato A4.

NECROLOGI

Il 18 gennaio 1960, in una clinica di Padova, nella quale era stato ricoverato da alcuni giorni, è deceduto il

dr. ing. ENRICO MAESTRANZI

Direttore dell'Azienda Elettrica Consorziale delle città di Bolzano e Merano e attivo socio dell'AEI.

Dotato di viva intelligenza compì gli studi liceali al Reale collegio « Carlo Alberto » di Moncalieri dove fu eletto « principe degli studi » qualifica che si dà al migliore alunno dell'Istituto. Dopo il conseguimento della laurea, passò alla Siemens di Berlino dove completò le sue cognizioni tecniche approfondendo la sua specializzazione in materia di elettricità.

Cresciuto in un ambiente di irredentisti, a 18 anni, aveva attraversato clandestinamente i confini per arruolarsi volontario nella marina italiana.

Era quindi socio della Legione Trentina.

Nel 1929 venne a Bolzano, dove prese servizio presso la AEC come ingegnere capo e nel 1935 fu nominato Direttore dell'importante azienda.

Come ufficiale di marina fu richiamato alle armi durante la guerra d'Africa, in seguito alla quale restò assente da Bolzano per due anni e mezzo.

Tornato in patria, dopo due anni venne richiamato nuovamente essendo scoppiato il secondo conflitto mondiale.

Capitano di corvetta fu assegnato al battaglione « San Marco » e alle motosiluranti, distinguendosi in molte azioni di guerra, tanto da conseguire un'altissima decorazione militare: era infatti cavaliere dell'Ordine militare di Savoia per meriti speciali di guerra.

Recentemente era stato nominato commendatore al merito della Repubblica.

La sua improvvisa dipartita ha lasciato un vuoto profondo nella Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezione di Trento, che lo ha avuto come Vice Presidente e attivo socio e che si unisce al lutto e al rimpianto della famiglia e di quanti ebbero a conoscerlo.

✱

Il 4 febbraio si è spento a Napoli

l'ing. GIROLAMO MAGLIONE

che, per quasi un sessantennio, aveva dedicato le sue eccezionali capacità di lavoro al Gruppo della Società Meridionale di Elettricità, presso cui, entrato giovanissimo, aveva ricoperto cariche sempre più importanti.

Dotato da natura di forte ingegno e di tenace volontà, si ispirava, in ogni suo tratto, a una assoluta lealtà e a una fiera dirittura morale.

Profondamente legato a Napoli, sua città natale, alla cui amministrazione dette, da giovane, la sua collaborazione, svolse una efficace opera anche nel campo della industria telefonica, partecipando ai Consigli di Amministrazione della Setemer e della Set.

Sono ben noti i meriti da lui acquisiti nella sua vita di lavoro, per cui si rende superfluo illustrarli, anche in ossequio alla sua volontà e al suo temperamento che lo aveva fatto sempre rifuggire da ogni forma di onori e di celebrazioni.

L'AEI si inchina riverente alla sua memoria e si unisce ai conoscenti e ai colleghi per porgere ai familiari i sensi del suo vivo cordoglio.

PARTE SECONDA

DOCUMENTAZIONE

SOMMARIO

SUNTI E SOMMARI

Accumulazione dell'energia — Apparecchi e dispositivi di manovra, di regolazione, di protezione ecc. — Applicazioni varie — Condutture Convertitori, raddrizzatori, ecc. — Elettrochimica ed elettrometallurgia — Elettrofisica e magnetofisica — Elettrotecnica generale — Fisica, chimica e matematica — Generatori e motori sincroni — Impianti — Misure — Motori e generatori a induzione — Motori primi — Radiotecnica — Trasformatori — Trasmissione e distribuzione — Trazione e propulsione — Varie.

Pag. 105 D

SUNTI E SOMMARI

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA

M. Tarrin — **Gli accumulatori elettrici secondo i recenti brevetti.** (Rev. Gen. Elec., agosto 1959, pag. 475 a 485, con 41 fig.). 2 b

L'A. passa in rassegna brevemente i più recenti brevetti relativi agli accumulatori alcalini all'argento-zinco. Questi accumulatori sono stati oggetto di molte ricerche intese ad ottenere una maggiore sicurezza di funzionamento e una più grande durata senza dover ridurre la loro più pregevole caratteristica che è quella di una elevata energia per unità di massa e di volume. I brevetti esaminati vengono divisi in 4 categorie secondo che riguardano: le piastre positive e la materia positiva; le piastre negative e la materia negativa; i separatori e diaframmi; il montaggio e la concezione generale. Come materiale positivo alcuni brevetti considerano un miscuglio di polvere di argento e di alluminio, oppure di argento e nickel. Per ottenere piastre positive molto sottili un brevetto parte da un foglio di cloruro di argento che viene trasformato in protossido mediante intervento di potassa. Numerosi brevetti riguardano le placche negative nella loro costruzione e formazione specialmente per ottenere una buona conduttività e una buona resistenza meccanica senza aumentarne lo spessore. Quattro brevetti riguardano i separatori semipermeabili a base di idrato di cellulosa o cellofan; un tipo di separatore speciale è costituito da un foglio semipermeabile di metilcellulosa contenente un gel che diminuisce la resistenza elettrica. La maggior parte dei brevetti esaminati riguardano le modalità di montaggio degli accumulatori alcalini. Sono anche esaminati alcuni brevetti riguardanti gli accumulatori al ferro-nickel e gli accumulatori al cadmio-nickel e quelli che impiegano la coppia ossido di argento-zinco-potassa. Infine sono esaminati brevetti concernenti la carica degli accumulatori alcalini e i relativi dispositivi. N.

E. Willihnganz - P. Rohner — **Impedenza di batterie.** (Elec. Eng., settembre 1959, pag. 922 a 925, con 9 fig.). 2 b

La resistenza elettrica di una batteria di accumulatori ha interesse per i progettisti di apparecchiature telefoniche e per i costruttori di centrali elettriche. Poco è stato finora pubblicato sull'argomento e gli AA. hanno condotto ricerche appunto per fornire dati sperimentali in proposito. La resistenza elettrica di una batteria può essere calcolata o in base alla brusca variazione di tensione all'inizio della scarica o alla brusca variazione alla fine della scarica. La batteria possiede anche una induttanza misurabile: la parte iniziale della curva di polarizzazione mostra una leggera irregolarità; quando la corrente è intensa la irregolarità può essere considerata come conseguenza della induttanza della batteria stessa. La capacità della batteria influisce sulla prima parte della curva di scarica. Il circuito equivalente di una batteria contiene quindi una resistenza, una induttanza e una capacità la quale deve essere considerata shuntata da una resistenza non lineare. Gli AA. rendono conto delle esperienze eseguite e dei risultati ottenuti. Tutte le batterie in esame furono

prima esaminate con oscillogrammi e poi sottoposte a misure con ponte di Wheatstone. La induttanza delle batterie è risultata di circa 0,1 microhenry. La capacità apparente di una batteria può variare entro larghi limiti, da un farad a parecchie centinaia di farad dipendentemente dalla grandezza della batteria e dalla frequenza usata nelle misure. La resistenza può variare da 0,1 a 10 milliohm, in dipendenza della grandezza della batteria. Gli AA. fanno rilevare che la relativamente elevata capacità delle batterie può in qualche caso assumere importanza e interesse. N.

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, DI REGOLAZIONE, DI PROTEZIONE, ECC.

P. Caroché — **Evoluzione e progressi recenti dell'apparecchiatura a bassa tensione.** (Bull. Soc. Franç. Elec., febbraio 1960, pag. 93 a 99, con 12 fig.). 3 b

L'A. espone prima alcune considerazioni di ordine generale sulla evoluzione della apparecchiatura e sulle tendenze moderne che si riassumono principalmente nel costruire apparecchiature automatiche, di serie, di facile manutenzione e riparazione e in una sempre maggiore specializzazione dei singoli apparecchi. Nelle apparecchiature moderne bisogna tenere conto di correnti di guasto molto elevate, anche fino a 100 000 A per tensioni da 380 a 500 V. Gli interruttori devono spesso essere provvisti di dispositivi a tempo per permettere una efficace protezione selettiva e devono possedere un potere di interruzione indipendente dalla rapidità di intervento in caso di corto circuito. Vengono illustrati alcuni particolari costruttivi di interruttori moderni per basse tensioni. Per vincere le sollecitazioni elettrodinamiche si è fatto ricorso

SERVIZIO DOCUMENTAZIONE

L'A.E.I. è in grado di fornire ai propri Associati per gli articoli pubblicati su alcune centinaia delle più importanti riviste italiane ed estere:

- fotocopie nero su bianco: a pagina . . . L. 250
- microfilm (24×36): per fotogramma (minimo 5 fotogrammi) L. 70
- traduzioni (prezzi da convenirsi).

Le traduzioni vengono consegnate entro tre mesi. Precisare se si desiderano le traduzioni entro termini più ristretti.

Ai prezzi come sopra calcolati, vanno aggiunti per spese di ricerca delle pubblicazioni e di segreteria, L. 500 per ogni articolo, più le spese postali di raccomandazione e le tasse.

Le richieste di fotocopie, microfilm o traduzioni, devono indicare chiaramente e per esteso: il nome della pubblicazione, la data di edizione (se si tratta di rivista), il nome dell'autore, il titolo e, se possibile, il numero della pagina d'inizio.

a due artifici: far passare la corrente nell'apparecchio in linea retta oppure utilizzare gli sforzi elettrodinamici stessi per rinforzare la pressione sui contatti. Notevoli progressi sono stati compiuti per quanto riguarda l'estinzione degli archi il che ha permesso di ridurre notevolmente le dimensioni delle camere di interruzione. È stato elevato il potere di interruzione dei fusibili cosicché si dispone attualmente di cartucce capaci di interrompere correnti di difetto fino a un valore presunto di 280 000 A. I contattori elettromagnetici hanno acquistato una grandissima diffusione; i maggiori progressi compiuti riguardano la robustezza dei contattori che permettono attualmente di sopportare condizioni di lavoro durissime; vengono messe in rilievo alcune difficoltà costruttive di questi apparecchi. La durata di vita dei contatti ha formato oggetto di accuratissimi studi, come anche la questione del rimbalzo dei contatti all'atto della chiusura. L'A. espone anche alcune osservazioni e previsioni sulle linee di ulteriore sviluppo e perfezionamento dei contattori. N.

M. L. Orgeret - J. Renaud — **L'interruttore pneumatico a alta tensione e le velocità di ripristino di tensioni elevate. Il difetto chilometrico.** (Bull. Soc. Franç. Elec., dicembre 1959, pag. 724 e 744, con 36 fig.). 3 b

È stato riconosciuto che esiste una zona, interessante i primi chilometri di linea, nella quale qualunque difetto che si manifesta porta come conseguenza una elevatissima velocità di ripristino della tensione ai contatti dell'interruttore, dell'ordine di 4 a 6 kV/s per correnti di 20 000 a 30 000 A. Gli AA. chiamano difetti chilometrici, tali difetti e mettono in evidenza come un interruttore di tipo normale non riuscirebbe a interrompere un difetto chilometrico. Il pericolo è particolarmente grave per gli interruttori pneumatici nei quali il potere di interruzione dipende strettamente dalla velocità iniziale della tensione di ripristino. Gli AA. svolgono un'ampia analisi delle caratteristiche funzionali dell'interruttore pneumatico e discutono poi il concetto di zona pericolosa per il difetto e gli elementi che influiscono sulla estensione di essa nelle diverse condizioni che possono presentarsi. In base agli elementi esposti studiano poi quali siano le direttive da seguire per progettare un interruttore che sia capace di fronteggiare anche i difetti chilometrici, passando in rassegna i criteri relativi alla costruzione dell'elemento di interruzione, all'aumento degli elementi di interruzione, allo smontaggio di essi. Infine accennano ad un tipo di interruttore costruito secondo i concetti esposti e riferiscono su prove con esso eseguite. In realtà le prove furono eseguite su un elemento di interruzione per 85 kV e 20 000 A. Esse hanno dimostrato che è possibile con un apparecchio dimensionato normalmente e senza alcun dispositivo ausiliario o supplementare, di interrompere velocità di ripristino di tensione sufficienti per eliminare senza pericoli anche i difetti chilometrici. N.

APPLICAZIONI VARIE

A. Mark — **Un interessante argano da miniera per la Scozia.** (Asea, 1960, n. 3, pag. 33 a 39, con 11 fig.). 6 c

Viene descritta una recente installazione di un argano per una miniera di carbone nella Scozia, funzionante con comando a pulsante e motore a induzione con frenatura dinamica. L'argano ha una cabina doppia, per uomini e materiale e funziona fra 300 e 560 m di profondità. Il peso massimo, con cabine completamente cariche è 12,5 t e il contrappeso è di 19,25 t; il tamburo ha un diametro di 3,05 m; vi sono 4 funi da 29 mm; la velocità è di 9,1 m/s; il motore di comando è un motore a induzione da 660 kW, 750 giri/min, 6,6 kV. Quando l'argano deve essere frenato, il motore a induzione viene distaccato dalla rete per mezzo di un contattore e due delle sue fasi vengono invece connesse a una dinamo D a corrente continua; l'avvolgimento di campo di questa è connesso ad una metadinamo amplificatrice che a sua volta ha il campo alimentato dalla differenza fra la tensione di una dinamo tachimetrica comandata dal motore dell'argano e di un potenziometro di riferimento. Se la tensione della dinamo tachimetrica è maggiore di quella del potenziometro, la metadinamo alimenta il campo della dinamo D, la quale a sua volta alimenta lo statore del motore a induzione: l'argano viene frenato finché la tensione della dinamo tachimetrica torna eguale a quella del potenziometro. La eccitazione del motore a induzione viene perciò automaticamente regolata in modo che il motore produca la coppia frenante corrispondente alla velo-

cità voluta e che è stabilita dal potenziometro di riferimento. L'A. illustra il circuito fondamentale dell'impianto e descrive le principali caratteristiche costruttive e funzionali dell'argano che si è dimostrato di impiego soddisfacente. N.

CONDUTTURE

R. Arrighi — **Studio del comportamento degli schermi metallici dei cavi a isolamento solido soggetti a correnti di corto circuito.** (Bull. Soc. Franç. Elec., novembre 1959, pag. 649 a 665, con 20 fig.). 9 d

In servizio normale lo schermo metallico funziona soltanto come involucro equipotenziale connesso a terra e, nei cavi monofasi, come veicolo delle correnti di capacità che sono sempre piccole. Ma in caso di un corto circuito lo schermo può venire percorso da correnti intense, di intensità eguale a quella che percorre il conduttore difettoso. L'A. osserva che se si assumesse l'ipotesi di un riscaldamento adiabatico durante la durata del corto circuito si arriverebbe a valori errati fortemente in eccesso e che obbligherebbero a surdimentare lo schermo con una spesa non trascurabile. L'A. si propone di studiare la questione con maggiore esattezza. Nei riguardi del comportamento elettrico si deve tener conto che la resistenza degli schermi a nastri avvolti con parziale ricoprimento dipende largamente dalla resistenza di contatto fra spire. Nei riguardi del comportamento termico non si può ritenere valevole la ipotesi del riscaldamento adiabatico dato l'elevato rapporto fra la superficie di raffreddamento che copre le due facce dello schermo e la piccola sezione di passaggio della corrente per il leggero spessore del nastro. Lo studio del comportamento termico in regime transitorio viene effettuato trasportando il problema da un cilindro a un piano e servendosi della trasformazione di Laplace. Rilievi sperimentali hanno permesso di controllare l'attendibilità delle ipotesi assunte e delle teorie esposte dall'A. Sono anche stati determinati sperimentalmente i valori numerici dei coefficienti che entrano nelle formule elaborate. Le conclusioni a cui conduce lo studio svolto permettono di determinare le caratteristiche di uno schermo in funzione di date condizioni di corto circuito oppure di precisare la corrente di corto circuito ammissibile in un dato schermo sottile. N.

E. Marchand — **Sensibilità di un ponte a filo a alta tensione impiegato nella ricerca dei difetti nei cavi.** (Rev. Gen. Elec., dicembre 1959, pag. 661 a 665, con 12 fig.). 9 d

Per localizzare il difetto di un cavo fra fasi o fra fase e terra si applica il metodo di misura a ponte. Ma un ponte alimentato a bassa tensione (100 V) non basta più quando la resistenza nel punto del difetto è dell'ordine di parecchie migliaia di ohm perchè la corrente che vi corrisponde è troppo piccola per essere rilevata dagli strumenti di misura. Si può ricorrere allora a un ponte alimentato ad alta tensione e l'A. analizza la sensibilità di un tale ponte allo scopo di determinare il suo campo di impiego e di stabilire il massimo valore della resistenza nel punto del difetto compatibile con la sensibilità del ponte. Seguendo il metodo di G. Ney per il ponte di Wheatstone, l'A. stabilisce l'espressione della sensibilità per il ponte considerato e la variazione della sensibilità stessa per varie posizioni del difetto: in prossimità delle estremità o nel punto di mezzo di un cavo; a parità di sezione quando vari la lunghezza del cavo; variando la sezione del cavo, a parità delle altre condizioni. Le considerazioni teoriche vengono applicate con un ponte di caratteristiche note e con valori numerici particolari relativamente al cavo: se ne deducono direttive per l'applicazione del tipo di ponte descritto per localizzazione di difetti. L'A. descrive anche la realizzazione costruttiva di un tale ponte appositamente studiato per tale scopo. N.

M. Osty — **Evoluzione dei cavi elettrici nelle miniere.** (Rev. Gen. Elec., dicembre 1959, pag. 666 a 672, con 5 fig.). 9 d

Nell'impiego dei cavi per miniere bisogna distinguere varie categorie: cavi a giorno; cavi da pozzo; cavi da galleria ad alta o a bassa tensione; cavi semiflessibili; cavi flessibili; cavi per telecomunicazioni. Per i cavi a giorno si usano sempre più frequentemente, oltre ai cavi isolati in carta impregnata, cavi con isolamento in materie termoplastiche senza guaina di piombo; si sono introdotti miglioramenti nella pro-

tezione delle guaine di piombo contro la corrosione, con materiali termoplastici, o gomme o complessi vetro-bitume; si usano anche conduttori in alluminio anziché in rame. I cavi da pozzo, per tensioni da 3 a 5 kV, da installare verticalmente sono spesso a isolante secco (gomma butile ecc.); bisogna prendere precauzioni contro eccessive sollecitazioni meccaniche dovute al peso proprio. I cavi ad alta tensione per galleria sono generalmente a isolamento in carta impregnata, senza camicia di piombo e con armatura d'acciaio: sono interessanti tipi di cavi con conduttori isolati in policloruro di vinile sotto guaina dello stesso materiale. Nei cavi per galleria a bassa tensione si diffondono tipi con isolamento in gomma e guaina di neoprene con armatura in fili di acciaio. I cavi semiflessibili sono destinati all'alimentazione di trasportatori e macchine semimobili: contengono generalmente un certo numero di conduttori pilota per i telecomandi e sono isolati in gomma sintetica. I cavi flessibili per apparecchi portatili hanno subito in questi ultimi anni numerosi e importanti perfezionamenti che l'A. descrive con riferimento a parecchi tipi recenti. Vengono anche date notizie sui cavi flessibili per perforatrici e per circuiti di illuminazione nonché sui cavi semipiatti per scavatrici. N.

M. Fallou — **Perforazione dielettrica per instabilità termica dei cavi a corrente continua.** (Rev. Gen. Elec., dicembre 1959, pag. 693 a 695, con 1 fig.). 9 d

Nei cavi a corrente continua, nei quali le perdite dielettriche sono relativamente deboli, si potrebbe ritenere che l'instabilità termica sia poco da temere. Ma in realtà, in causa dei forti gradienti di tensione di esercizio ammissibili per l'isolamento, il fenomeno è perfettamente possibile e facilmente riproducibile come è stato messo in evidenza in una serie di esperienze sistematiche. L'A. riferisce su alcune di tali esperienze eseguite su un cavo unipolare isolato in carta impregnata, con conduttore di rame di 48 mm² e spessore isolante di 6 cm: la sua tensione disruptiva a temperatura ambiente è di 500 kV in polarità positiva; il gradiente massimo di tensione risulta di 145 kV/mm. Per sottoporre il cavo a un gradiente termico si è fatto passare il cavo nell'interno del circuito magnetico di un trasformatore a bassa tensione chiudendolo in corto circuito su se stesso; con un registratore si rilevavano le temperature di varie coppie termoelettriche saldate sul piombo del cavo. Portando la temperatura dell'isolamento a 38 °C e applicando una tensione di 100 kV si è osservato una elevazione della temperatura della parte calda del cavo, con rapidità crescente nel tempo ciò che rivela una vera instabilità termica. Analoghi risultati si sono ottenuti con diverse temperature e diverse tensioni applicate. Viene messo in evidenza che le perdite crescono in modo esponenziale in funzione della temperatura del piombo. L'A. osserva tuttavia che in pratica la instabilità termica è poco da temere per i cavi a corrente continua perché richiede una temperatura nella guaina eccezionale, per verificarsi alla tensione di esercizio; essa è invece da temere in laboratorio dove possono verificarsi condizioni particolari. N.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

O. Jakits — **Effetti della temperatura sul funzionamento dei raddrizzatori a semi-conduttori.** (Revue Brown Bo-veri, Tomo 45, n. 11-12, pag. 540 a 544, con 7 fig.). 10 f

Un raddrizzatore deve sempre essere in grado di sopportare i due fattori il cui prodotto determina la potenza, cioè l'intensità di corrente prodotta e la tensione nominale che è nello stesso tempo la tensione inversa. Inoltre il raddrizzatore deve poter essere protetto efficacemente dalle sovratensioni e dalle sovratensioni. L'A. dimostra come queste due esigenze fondamentali possano essere soddisfatte e prende in esame specialmente l'influenza della corrente. Viene riportato e descritto il diagramma della variazione della potenza in funzione della temperatura. Confrontando la potenza che corrisponde alla totalità delle perdite e quella che rappresenta il calore dissipato, si riscontra che a basse temperature la prima è superiore alla seconda; a temperature elevate, invece, la seconda è superiore alla prima. A temperature ancora più elevate predominano definitivamente le perdite. La inerzia termica del raddrizzatore è stata studiata con l'aiuto di tre serie di esperimenti. Nella prova di maggior rilievo le misure furono effettuate con otto elementi da 100 A in corrente continua con una tensione inversa di cresta di 100 V, della stessa serie di fabbricazione. Nella prima serie di espe-

rimenti si è misurata la temperatura stazionaria di funzionamento della parte attiva. Nella seconda serie d'esperimenti la corrente è stata interrotta dopo un periodo abbastanza lungo di funzionamento in regime costante e si è osservato il raffreddamento della congiunzione $p-n$ in funzione del tempo. Nella terza serie di esperimenti si è osservato il comportamento durante un intervallo di tempo molto corto facente immediatamente seguito all'interruzione della corrente erogata. Queste osservazioni hanno portato a progettare un modello termico semplificato del raddrizzatore a secco. Questo modello consiste in due serbatoi di calore: il primo è la parte attiva con una capacità termica c_1 ; il secondo è il dispositivo di raffreddamento con una capacità termica c_2 . I due serbatoi sono termicamente accoppiati da un coefficiente di trasmissione termica α_1 . Il dispositivo di raffreddamento è accoppiato a sua volta al fluido refrigerante esterno con un altro coefficiente di trasmissione termica α_2 . Il bilancio termico si traduce in un sistema di due equazioni differenziali: esso è stato risolto per differenti casi. Si è potuto constatare che questa ipotesi molto semplificata riproduce bene e completamente le condizioni reali. Ri.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA

A. Lopez-Campillo — **La sovratensione di idrogeno.** (Bull. Soc. Franç. Elec., dicembre 1959, pag. 745 a 749). 13 b

Nello studio termodinamico del potenziale dell'elettrodo è necessario supporre che il processo sia reversibile. Supponendo di misurare il potenziale quando l'elettrodo è percorso da corrente e vi è quindi un flusso di elettroni attraverso l'interfase metallo-soluzione, e chiamando E tale potenziale, e E_r il potenziale reversibile si può definire la differenza $E - E_r = \eta$ come la sovratensione del processo, dell'elettrodo. Nei processi catodici η è negativo, nei processi anodici è positivo. Considerando l'elettrolisi di una soluzione acquosa di un acido o di una base, l'A. introduce il concetto di sovratensione di idrogeno e rileva come non esista ancora una sufficiente spiegazione dei fenomeni inerenti malgrado le numerose teorie finora avanzate e che vengono brevemente ricordate. Fa cenno poi dei metodi di misura e della teoria di Darmon sulla sovratensione. Infine traccia le linee generali di una interpretazione della sovratensione. N.

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA

Z. Croitorn — **Misura dello stato di elettrizzazione dei fogli isolanti.** (Rev. Gen. Elec., agosto 1959, pag. 489 a 496, con 13 fig.). 14 b

Le sostanze isolanti difficilmente si presentano allo stato neutro perché con facilità si elettrizzano, o per sfregamento o per la presenza di campi elettrici. Lo studio della evoluzione delle cariche elettriche in un materiale isolante sottoposto a un campo elettrico continuo può fornire nuove cognizioni sul meccanismo di conduzione negli isolanti. L'A. espone alcune considerazioni e nozioni di carattere teorico sullo stato di elettrizzazione di fogli isolanti definendo la carica media e la polarizzazione media. Presenta poi i fondamenti teorici del metodo di misura di queste due grandezze. Esso si basa sulla determinazione delle cariche indotte su 2 elettrodi posti da una parte e dall'altra del foglio e collegati fra loro e la terra, con l'uso di un integratore elettronico di corrente; questi integratori possono raggiungere una sensibilità superiore a quella degli apparecchi elettromagnetici classici e sono di più comodo maneggio. L'apparecchio usato nei rilievi sperimentali comprende un elettrodo superiore portato da una forcilla e un elettrodo inferiore, piano e mobile secondo due direzioni perpendicolari, il quale sostiene il campione in esame; questo può quindi venire esplorato punto per punto. L'A. riferisce su alcune serie di rilievi eseguiti con questo apparecchio su fogli di diversi materiali isolanti. Una lamina di plexiglas, di 1,8 mm di spessore, è stata caricata, per strofinamento, su una striscia parallela a un lato e si è seguito, in successivi istanti, l'andamento della carica e della polarizzazione su una striscia perpendicolare a quella caricata: i risultati sono riportati in diagrammi: si constata la apparizione di cariche positive; la diminuzione, nel tempo della carica media nella zona caricata deve essere attribuita a un afflusso di ioni negativi dell'aria; la misura della polarizza-

zione rivela che una parte delle cariche deposte è penetrata nel volume della lamina. Altri rilievi sono stati eseguiti su un pacco di 5 fogli di tereftalato di polietilene posti entro un campo elettrico: i risultati sono riportati e discussi. N.

L. Féchant — Velocità di spostamento di archi elettrici in aria. (Rev. Gen. Elec., settembre 1959, pag. 519 a 525, con 13 fig.). 14 b

Per la progettazione di interruttori ha grande importanza lo studio dello spostamento dell'arco per effetto di soffiamento magnetico. L'A. riferisce su uno studio eseguito con archi di breve lunghezza e correnti di intensità fra 300 e 5 000 A. Le esperienze sono state condotte cercando di sopprimere il più possibile l'influenza di fattori non controllabili, mantenendo costante il valore della corrente, facendo muovere l'arco fra sbarre piatte parallele in modo da conservare costante la lunghezza, sottoponendolo a un campo magnetico praticamente uniforme generato da un avvolgimento senza ferro. Viene descritta l'apparecchiatura di prova e la tecnica usata nelle misure. È stata messa in evidenza la importanza del flusso dell'aria intorno all'arco, la influenza della fusione degli elettrodi e si sono studiate le variazioni della velocità dell'arco in funzione dell'intensità del campo magnetico, del valore della corrente, della larghezza e della lunghezza dell'arco, la influenza della resistenza dell'aria allo spostamento dell'arco. I dispositivi sperimentali adottati hanno permesso di ottenere spostamenti dell'arco molto regolari e di studiare così le leggi del movimento. I risultati ottenuti sono riportati in numerosi diagrammi. L'andamento rilevato delle velocità di spostamento corrisponde a leggi simili a quelle dei solidi e ciò induce a pensare che lo spostamento possa essere determinato dalla colonna gassosa dell'arco: pur non potendo spingere molto avanti l'analisi, si è verificato che è possibile modificare la velocità dell'arco agendo sulla sua sezione come per un solido. Per particolari disposizioni d'arco si è determinato un coefficiente che permette di calcolare le velocità partendo da valori dati del campo magnetico e della larghezza dell'arco. N.

D. L. Douglas — Pile a combustibile. (Elec. Eng., dicembre 1959, pag. 906 a 910, con 8 fig.). 14 b

L'A. espone notizie sui più recenti progressi realizzati in questo campo, e riassume i concetti relativi ai principi termodinamici su cui questi apparecchi si basano. Come combustibili i più seducenti sarebbero gli idrocarburi liquidi ma essi hanno basse caratteristiche elettrochimiche e presentano altri inconvenienti. Interessanti sono l'idrogeno e l'ossido di carbonio, elettrochimicamente attivi e facili da procurare. L'A. fornisce qualche dato comparativo sul costo di produzione dell'energia elettrica con vari tipi di pile e sugli investimenti di capitale necessari. Il problema fondamentale per la costruzione di pile a combustibile è la produzione di elettrodi che possono avere lunga durata con elevata densità di corrente: essi devono possedere elevata conduttività elettrica, proprietà catalitiche per incrementare le reazioni, stabile distribuzione della porosità, resistenza alla corrosione. L'A. espone molte considerazioni sul funzionamento di questi elettrodi porosi. Si occupa poi in particolare dei singoli tipi di pile a combustibile. Nelle pile a idrogeno-ossigeno si sono avuti progressi in due direzioni: a idrogeno a basse temperature (da 25 a 250 °C) con elettrodi a diffusione di gas; impiego di elettrodi costituiti da tubi di carbone poroso impregnati di un opportuno catalizzatore; fra le prime, le più note sono le pile Bacon. L'A. riporta alcuni dati numerici. Le pile ossigeno-idrogeno sotto pressione raggiungono una potenza specifica molto elevata. Progressi si sono anche effettuati nelle pile ad alta temperatura, con combustibile costituito da ossido di carbonio in presenza di carbonati alcalini che forniscono ioni carbonici. Una pila di tale categoria, di A. A. Ketelaar, ha funzionato per 6 mesi a 650 °C. Altri tipi di pile ad alta temperatura usano elettrodi a diffusione di gas in bagno di elettroliti fusi. L'A. riporta alcuni schemi costruttivi di queste pile e espone qualche previsione sui futuri impieghi di questi apparecchi. N.

N. F. Schuh — Considerazioni sul progetto di un generatore termoelettrico solare. (Elec. Eng., dicembre 1959, pag. 1172 a 1176, con 3 fig.). 14 b

I generatori di energia elettrica capaci di utilizzare le radiazioni solari assumono molta importanza nei riguardi dei missili e dei veicoli spaziali. I generatori termoelettrici, apparecchi statici, si presentano particolarmente interessanti.

Un tale generatore, destinato a convertire direttamente il calore in elettricità deve comprendere essenzialmente: un mezzo per raccogliere e concentrare l'energia solare; un generatore termoelettrico; un mezzo per dissipare il calore residuo. Per quanto riguarda la concentrazione dell'energia solare bisogna osservare che qui il problema è molto più semplice di quello dei forni solari richiedendosi concentrazioni molto minori che non possono dare luogo a difficoltà insormontabili; probabilmente bisognerà adottare collettori espansibili che si aprano soltanto quando il veicolo ha raggiunto elevate altitudini. Per quanto riguarda il dispositivo di assorbimento dell'energia è necessario che esso possieda una elevata capacità di assorbimento e bassa emittività; certe qualità di neri selettivi hanno la proprietà di assorbire energeticamente l'energia solare pur possedendo piccola emissività per l'infrarosso. Per il generatore termoelettrico si presterebbero bene i semiconduttori ma quelli noti finora si comportano male a temperature oltre 500 a 700 °C: sono in corso attive ricerche per ottenere buoni materiali termoelettrici dai materiali isolanti aumentando la loro conduttività elettrica. Uno dei problemi più gravi che si presenta attualmente è quello del radiatore destinato alla dissipazione del calore per regolare la temperatura della giunzione fredda. L'A. espone molte considerazioni su tutti i punti fin qui indicati e descrive poi sommariamente un modello di termogeneratore solare da 2,5 W costruito a scopo sperimentale. N.

ELETTROTECNICA GENERALE

Mintcho - P. Zlatev — Studio dei campi elettrici non potenziali. (Rev. Gen. Elec., settembre 1959, pag. 555 a 559, con 6 fig.). 15 b

L'A. dimostra una nuova relazione fra il campo elettrico vorticoso indotto E e il campo magnetico eccitatore H , basandosi sull'impiego diretto di due leggi fondamentali del campo elettromagnetico sotto forma integrale: la legge di Ampère e la legge generalizzata dell'induzione elettromagnetica: così conoscendo uno dei vettori E o H si può scrivere direttamente la espressione dell'altro vettore. In seguito a detta relazione il campo E viene determinato immediatamente in funzione di un particolare parametro. L'espressione di E è analoga a quella della legge di Biot-Savart-Laplace. Le formule ottenute sono valide per qualunque variazione quasi stazionaria dell'induzione magnetica in funzione del tempo. L'A. dimostra anche che il campo elettrico in un circuito contenente un generatore è misto lungo tutto il circuito cioè che la divergenza e il rotazionale di tale campo sono eguali a zero su tutto il circuito. N.

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA

L. Sideriades — Metodi topologici applicati all'elettronica. (Rev. Gen. Elec., agosto 1959, pag. 497 a 511, con 23 fig.). 16 d

L'A. osserva come gli ordinari metodi classici dell'analisi matematica non permettono in generale di formarsi una idea completa dei fenomeni fisici perchè esigono semplificazioni che eliminano certi aspetti, spesso interessanti, della soluzione. I metodi topologici elaborati specialmente da studiosi russi permettono meglio di raggiungere una visione complessiva dei fenomeni. L'A. si occupa in particolare dei sistemi non lineari di primo e di secondo ordine (ordine delle equazioni differenziali). Nello studio matematico piano dei sistemi di primo ordine, il linguaggio matriciale permette di stabilire una nuova classificazione dei punti singolari mediante una teoria di valori propri: si esamina il comportamento di questi punti durante una trasformazione fisica e si stabilisce lo spettro di un sistema con la disposizione dei punti singolari nel piano caratteristico. Nello studio dei sistemi di secondo ordine, si suddivide l'iperspazio a 4 dimensioni connesso a tali sistemi, in uno spazio « spostamento » e in uno spazio « velocità » e il loro collegamento si realizza in una trasformazione biunivoca mediante un ipercono. Le elaborazioni teoriche vengono applicate a problemi relativi alla elettronica. Tale applicazione permette di giungere alla realizzazione di nuovi sistemi, come i sistemi ad accoppiamento giroscopico, il multivibratore a funzionamento discontinuo o continuo, ecc. N.

R. Saint-Guilhem — **Sulla forma matematica delle leggi fisiche - Cambiamenti di unità, invarianza delle equazioni, analisi dimensionale.** (Rev. Gen. Elec., settembre 1959, pag. 533 a 554). 16 d

L'A. partendo dal principio che le unità di misura possano venire scelte ad arbitrio, dimostra che si può stabilire una teoria dell'invarianza, in una trasformazione affine, delle relazioni matematiche che rappresentano le leggi fisiche. Questa teoria generale, che utilizza essenzialmente, la nozione algebrica di gruppo, permette di superare le numerose difficoltà alle quali danno luogo gli sviluppi riguardanti i sistemi coerenti di unità, l'omogeneità delle relazioni fisiche, l'analisi dimensionale e la similitudine fisica e la teoria dei modelli. In particolare, un nuovo teorema che va oltre quello noto sotto il nome di teorema di Vaschy, conduce a un metodo di analisi dimensionale perfettamente sicuro che dà direttamente il massimo risultato capace di essere ottenuto con qualunque altro metodo. N.

J. Lagasse - R. Lacoste — **L'analisi senza integrazione dei fenomeni periodici.** (Rev. Gen. Elec., novembre 1959, pag. 629 a 633, con 4 fig.). 16 d

È noto che lo studio dei fenomeni periodici è basato sul metodo di Fourier in cui si considera l'eccitazione iniziale come la sovrapposizione lineare di una eccitazione costante e di un numero finito di eccitazioni sinusoidali: il termine fondamentale di egual frequenza dell'eccitazione incidente, e le armoniche le cui frequenze sono multipli interi della precedente: l'insieme di queste funzioni costituisce lo spettro di frequenze dell'onda complessa. Possono presentarsi due casi secondo che si conosce l'espressione analitica del fenomeno oppure no: per determinare i coefficienti della serie di Fourier si usa nel primo caso il metodo di integrazione e nel secondo caso il metodo grafico di Thomson-Runge. Gli AA. illustrano due altri metodi, meno noti ma spesso di più comodo impiego. Il primo di tali metodi, detto metodo delle discontinuità o di Traian-Lalescu, è applicabile nei casi in cui si conosce l'espressione analitica globale della funzione $f(t)$ o anche quando, pur conoscendo questa, si può scomporre il periodo del fenomeno in un certo numero di intervalli nell'interno dei quali si può dare alla $f(t)$ una espressione analitica. Il secondo metodo, detto di Fischer-Hinnen serve quando non si conosce l'espressione analitica del fenomeno complesso ma si dispone di un diagramma grafico delle sue variazioni in funzione del tempo. Gli AA. dopo avere illustrato i due metodi riportano due esempi particolari di applicazione e ne rilevano alcuni vantaggi rispetto ai metodi classici. N.

R. Saint-Guilhem — **Sulla forma matematica delle leggi fisiche.** (Bull. Soc. Franç. Elec., dicembre 1959, pag. 750 a 757). 16 d

L'A. svolge considerazioni teoriche basate sul concetto che le unità di misura possono essere scelte arbitrariamente e sviluppa una teoria sull'invarianza delle relazioni matematiche che rappresentano le leggi fisiche. Viene esposto un nuovo teorema che porta a un metodo di analisi dimensionale particolarmente efficace. N.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI

T. Strömberg — **Gli alternatori da 150 MVA di Stornorr-fors.** (Asea, 1960, n. 1-2, pag. 9 a 16, con 12 fig.). 17 v

Questi alternatori, installati nel 1958 nella centrale svedese di Stornorr-fors, da 150 MVA, 18 kV, a 125 giri/min furono, al momento dell'installazione, i più grandi alternatori del mondo comandati da turbine idrauliche. Essi sono soltanto del 16 % più grandi di quelli da 105 000 kVA a 167 giri/min installati nel 1952 a Harspranget, e hanno la stessa reattanza transitoria del 22 %. Il supporto portante, che è combinato con un supporto di guida, è sistemato sotto al rotore. La crociera a 10 braccia poggia su fondazioni proprie mentre il peso dello statore è riportato sul terreno da fondazioni distinte situate più esternamente. Sopra il rotore vi è una leggera crociera che porta un supporto di guida, l'eccitatrice e l'alternatore per il pendolo del regolatore. Il raffreddamento avviene in circuito chiuso, con 12 refrigeranti periferici. Lo statore è diviso in 6 parti pesanti ciascuna 44 t. La tensione di 18 kV fu scelta per limitare il valore della corrente nominale che è di 4 810 A. L'isolamento è in nastro di mica con

impregnazione di asfalto. È stata adottata una speciale vernice semiconduttrice per evitare la formazione di effluvi e di effetto corona. La lanterna del rotore ha 12 braccia e pesa 88 t, essa è divisa in 4 parti. Il mozzo è in ghisa. La corona del rotore pesa complessivamente 240 t ed è stata montata a caldo sulla lanterna. I poli sono laminati con teste in acciaio fuso. L'albero ha un diametro di 1 150 mm e la flangia ha diametro di 1 900 mm; pesa 45 t. Il rotore, completamente montato, pesa complessivamente 445 t. Il supporto di spinta inferiore comprende 10 segmenti ed è costruito in modo da rendere facile la sostituzione dei segmenti stessi. La sovratemperatura massima degli avvolgimenti dello statore rispetto all'aria entrante è di 70 °C; per il rotore è di 75 °C. Il rendimento, misurato a 150 000 kVA, $\cos \varphi = 0,9$, a 18 kV, è risultato di 98,19 %. N.

IMPIANTI

G. von Geijer — **La centrale di Stornorr-fors.** (Asea, 1960, n. 1-2, pag. 3 a 8, con 6 fig.). 20 i

I primi gruppi di questa centrale sono entrati in servizio fra il settembre 1958 e il maggio 1959. Attualmente la centrale ha una potenza installata di 375 MW e può produrre, in un anno medio, 1 950 milioni di kW; essa è situata sul fiume Ume, utilizza il salto fra lo scarico della centrale di Pengfors e il mare per un valore di circa 75 m. Il bacino scolante è di circa 26 000 km² e la portata media del fiume in corrispondenza della centrale è di 440 m³/s. Sono in corso lavori per realizzare un bacino di accumulazione di 1 390 milioni di m³ d'acqua. Ulteriori lavori previsti renderanno possibile di portare la potenza installata a 500 MW. Per lo sbarramento si sono costruite 3 dighe di cui 2 su affluenti laterali e una, la principale, attraverso il fiume Ume. La centrale è in caverna e comprende la sala macchine, la sala quadri, una galleria delle valvole e il locale trasformatori. Nella sala macchine non vi è un pavimento in corrispondenza alla parte superiore delle macchine ma sulla parete verso valle della sala corre una balconata che si sporge anche girando intorno agli alternatori. Il locale trasformatori contiene anche gli interruttori di macchina a 18 kV. La galleria di scarico, lunga 4 000 m ha una sezione di 400 m². Con essa è collegata una camera di espansione, in caverna. Sono attualmente installati 3 gruppi generatori, ad asse verticale, con turbine Francis, da 135 MW (massimo 147 MW) per salto di 75 m e portata di 200 m³/s; a 125 giri/min. L'alternatore ha il rotore connesso direttamente all'albero della turbina ed ha un supporto combinato, portante e di guida, sotto il rotore e un supporto di guida sopra di esso. L'energia generata a 18 kV viene trasformata a 400 kV con un gruppo di 3 trasformatori monofasi da 200 MVA, a 18/(400/√3) kV; una quarta unità è di riserva; l'avvolgimento a bassa tensione di ogni unità monofase è diviso in 2 parti che sono collegate a 2 alternatori diversi: si ottiene così una riduzione della potenza di corto circuito dal lato dell'alternatore. La centrale è connessa alla rete a 400 kV con una terna; sulla linea è inserito un interruttore a 400 kV con potere di interruzione di 13 000 MVA tripolare di tipo pneumatico. N.

L. Grall — **I problemi di corrosione alla seconda Conferenza internazionale sulla utilizzazione pacifica della energia atomica.** (Bull. Soc. Franç. Elec., novembre 1959, pag. 666 a 677, con 11 fig.). 20 n

I problemi di corrosione si impongono all'attenzione specialmente per le guaine di rivestimento degli elementi combustibili le quali si trovano a contatto con il fluido circolante che trasporta il calore. I materiali più usati a questo riguardo sono lo zirconio e derivati, leghe speciali di alluminio, e acciai inossidabili. Lo zirconio permette di raggiungere alte temperature ma è molto costoso e subisce due tipi di corrosione: in una prima fase si forma un velo di ossido protettivo ma dopo un certo tempo si manifesta una corrosione rapida e grave. La lega zircalloi è meno esposta a corrosioni ma a temperature superiori a 400 °C appaiono fenomeni nuovi, diversi a seconda del trattamento precedentemente subito dal materiale, e che vengono compresi sotto il nome di attacco idrurante; nuovi tipi di lega, contenenti anche niobio, pare si comportino meglio a questo riguardo. Le leghe alluminio-ferro-nichel si comportano bene fino a 350÷400 °C ma non oltre e danno luogo a difficoltà nei reattori omogenei. Gli acciai inossidabili sono largamente usati nei reattori omoge-

nei ma si è constatato che le soluzioni di solfato di uranile devono contenere un ossidante, per es. ossigeno disciolto, per evitare la formazione di acido solforico con conseguente forte corrosione ad alta temperatura; deve essere mantenuta molto bassa la percentuale presente di cloruri. La corrosione degli acciai inossidabili aumenta quando cresce la potenza specifica di irraggiamento dovuto ai prodotti di fissione. L'A. riporta molte notizie su gli studi e le ricerche effettuati in questo campo e discussi a Ginevra e accenna all'orientamento, che va diffondendosi, per utilizzare più largamente gli acciai ordinari debolmente legati. N.

MISURE

J. L. Azéma — **L'influenza delle radiazioni ionizzanti sull'adescamento della scintilla a pressione atmosferica.** (Rev. Gen. Elec., dicembre 1959, pag. 673 a 691, con 29 fig.). 28 c

Dopo avere richiamato le varie ipotesi riguardanti la formazione della scintilla l'A. si occupa della applicazione di tale fenomeno alla misura delle alte tensioni di impulso. Alla esposizione teorica fa seguito la relazione su una serie di ricerche sperimentali eseguite con onde normalizzate 1/50 su un modello di spinterometro a sfere ad asse orizzontale con una delle sfere messa a terra. Le sfere, di diametro di 6 cm, erano cave cosicchè era possibile introdurre nell'interno una capsula ionizzante al cobalto. Dai risultati sui quali l'A. largamente riferisce si deducono alcune conclusioni. Lo studio delle deformazioni del campo dimostra che la caduta di tensione è tanto più grande quanto più il campo è deformato: la variazione della tensione risulta proporzionale alla variazione dell'inverso del fattore di campo alla superficie della sfera soggetta all'alta tensione, cioè del rapporto fra il gradiente in quel punto e il gradiente medio fra le sfere. L'effetto dell'applicazione di radiazioni ionizzanti è tanto più efficace quanto più piccolo è l'intervallo disruptivo, specialmente con onda positiva. L'irraggiamento prodotto dai raggi ultravioletti provenienti dal generatore di impulsi è spesso più efficace di quello ottenuto per mezzo di una capsula di cobalto di 4,8 millicurie, ma esso è assai difficile da riprodurre in modo omogeneo: la più bassa tensione si ottiene quando la sfera negativa riceve direttamente l'irraggiamento. Quando lo spinterometro è irradiato l'influenza delle deformazioni del campo si fanno tanto meno sentire quanto più intenso è l'irraggiamento. Per ottenere tensioni disruptive riproducibili è indispensabile irradiare l'intervallo disruptivo con una sorgente ionizzante posta sempre nelle stesse condizioni; l'A. consiglia una capsula di cobalto da 1 millicurie posta entro la sfera negativa contro la parete interna di essa, sull'asse dello spinterometro. N.

E. Morgentern — **La misura sul lato bassa tensione della energia fornita ad alta tensione e i dispositivi compensatori di perdite dei trasformatori.** (Rev. Gen. Elec., novembre 1959, pag. 613 a 624, con 18 fig.). 28 d

Nella distribuzione di energia si presenta spesso l'opportunità di eseguire la determinazione della quantità di energia fornita deducendola da misure sulla bassa tensione tenendo conto delle perdite nei trasformatori col maggiorare i valori misurati, sia della potenza attiva sia di quella reattiva, di una certa quantità. L'A. discute ampiamente la questione studiando la importanza delle perdite nei trasformatori e passa poi in rassegna i metodi usualmente seguiti in pratica per la determinazione di tali perdite o con valutazione a forfait o con contatori di perdite. In generale viene dimostrato che il risultato globale cui si arriva con tale procedimento è sufficientemente approssimato e che lo scarto è inferiore ai limiti di errore ammessi per i contatori. Il procedimento è però laborioso specialmente quando si faccia uso di tariffe multiple, a due o a tre gradini. Si presentano quindi interessanti i compensatori analogici di perdite dei trasformatori dei quali l'A. espone i principi basilari. Viene poi descritto uno speciale compensatore analogico di perdite, di semplice costruzione, il quale agisce sul contatore in modo che la miglioramento delle indicazioni che ne risulta corrisponde alle perdite valutate secondo la formula classica. Per le misure importanti da eseguire sul secondario di un trasformatore da alta tensione a media tensione, l'A. propone di ricorrere a un compensatore di perdite basato su un nuovo principio caratterizzato dall'impiego di un convertitore di impulsi: la mag-

giorazione delle indicazioni del contatore che così si compie corrisponde alle perdite reali. Un esempio particolare numerico viene riportato. N.

P. Carré — **Circuiti per la determinazione dell'ordine di successione delle fasi in correnti trifasi.** (Rev. Gen. Elec., settembre 1959, pag. 527 a 530, con 6 fig.). 28 e

L'A. descrive un apparecchio che permette di determinare l'ordine di successione delle fasi in un circuito trifase e che ha il pregio di occupare piccolo volume e di essere costruito con resistori e condensatori di comune uso nei montaggi della radiotecnica. Lo schema dell'apparecchio comprende 3 conduttori di valore diverso, un condensatore e una lampada al neon in derivazione su uno dei resistori: dal comportamento della lampada connettendo variamente i 3 conduttori si deducono i rapporti di posizione delle 3 fasi. L'A. espone la teoria dell'apparecchio e indica qualche direttiva sul proporzionamento degli elementi che lo costituiscono. Lo schema fondamentale dell'apparecchio può essere modificato per renderlo più semplice (eliminando uno dei resistori) riducendone però il campo di possibile impiego, oppure rendendolo un poco più complicato (un resistore in più) ma di uso universale. L'A. illustra queste varianti e le loro caratteristiche. Costruttivamente l'apparecchio, in qualunque delle sue varianti, riesce molto compatto e di piccolo ingombro così da poter essere contenuto entro un cilindro di 15 mm di diametro e 50 mm di lunghezza. N.

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE

M. Poloujadoff — **Contributo allo studio dei motori asincroni monofasi.** (Rev. Gen. Elec., ottobre 1959, pag. 591 a 604, con 13 fig., novembre 1959, pag. 641 a 656, dicembre 1959, pag. 696 a 701, con 37 fig.). 29 a

In questo lungo articolo l'A. dimostra che è possibile stabilire direttamente la teoria così detta del campo trasversale per il motore a induzione monofase; la interpretazione fisica di questa teoria consiste nell'assimilare il rotore a un indotto di macchina a corrente continua provvisto di due linee di spazzole in corto circuito disposte ad angolo retto. Nello svolgimento della teoria viene assunto, come di consueto, che il campo nel traferro sia distribuito sinusoidalmente, ciò che in realtà è possibile soltanto se gli avvolgimenti possiedono certe caratteristiche che l'A. illustra e discute. Viene esaminato prima il caso del motore a rotore avvolto e poi quello del motore con rotore in corto circuito, analizzando il comportamento dei due tipi di rotore e stabilendo le equazioni fondamentali per tali motori. Viene poi confrontata la teoria del campo trasversale con quella classica dei campi ruotanti e viene messo in evidenza come le due teorie conducano ai medesimi risultati e come sia possibile dedurre la teoria del motore polifase come corollario di quella del motore monofase. Viene presentato lo schema di un metodo generale di calcolo dei motori asincroni monofasi a fase ausiliaria. Successivamente vengono presi in considerazione particolare i motori a induzione monofasi cosiddetti a bobine-schermo, con intraferro costante e senza ponte magnetico saturato, dimostrando come in essi si manifesti una coppia di avviamento; la teoria permette di far intervenire le armoniche della curva di distribuzione del campo e quindi di esaminare più da vicino le condizioni reali di funzionamento. In ultimo l'A. studia il comportamento dei motori in corto circuito a intraferro non costante, come si verifica nella maggior parte dei casi nei motori a bobine-schermo: vengono estese ad essi le equazioni precedentemente stabilite per i motori a traferro costante. N.

MOTORI PRIMI

A. Germond - W. Wysocki - B. Favez — **Regolatori elettrici per turbine idrauliche.** (Rev. Gen. Elec., ottobre 1959, pag. 565 a 590, con 34 fig.). 30 b

L'articolo comprende la descrizione di due regolatori elettrici per turbine idrauliche e la esposizione dei risultati di esperienze con essi eseguite. A. Germond riassume l'evoluzione dei sistemi elaborati per la regolazione della velocità delle turbine idrauliche per via esclusivamente elettrica. Espone le idee fondamentali da tenere presenti nello studio

e nella progettazione di dispositivi di questo genere tenendo conto dell'impiego di elementi puramente statici e considerando la soppressione di controlli striscianti, l'impiego di bobine di induttanza, la fissazione del livello di potenza al passaggio dal dominio dell'elettromagnetismo a quello della meccanica, l'applicazione di ordini esterni emessi sotto forma elettrica. Dopo queste considerazioni generali viene descritto il regolatore Erelstat che impiega largamente la tecnica elettronica e vengono fornite notizie sui risultati raggiunti con tale regolatore. W. Wysocki descrive un nuovo regolatore elettrico per turbine, equipaggiato esclusivamente con dispositivi elettromagnetici, particolarmente trasduttori, senza contatti mobili e comportante organi sensibili alla frequenza e alla accelerazione del gruppo generatore da regolare e alla posizione e alla velocità di spostamento del servomotore; l'apparecchio permette di risolvere i problemi particolari della regolazione dei gruppi idroelettrici; vengono descritti alcuni particolari costruttivi e viene riferito su risultati di esercizio. B. Favez applica l'analisi armonica allo studio dei regolatori delle turbine; il metodo rende possibile uno studio separato di ciascuno degli elementi della catena di regolazione e di dedurre il comportamento del complesso nel caso di variazioni aleatorie di una grandezza perturbatrice di cui si conoscono le caratteristiche statiche. Vengono descritte prove per la determinazione delle funzioni di trasferimento dei diversi elementi. N.

RADIOTECNICA

A. Soulard - Cl. Brot — **Cavità metriche accordanti come circuiti a elementi localizzati.** (Rev. Gen. Elec., novembre 1959, pag. 634 a 640, con 9 fig.). 34 b

Nelle cavità elettromagnetiche impiegate nei circuiti a iperfrequenze, il calcolo delle frequenze di risonanza non può farsi, praticamente, che per cavità di forma semplice; in generale si scelgono le dimensioni così che il modo di risonanza abbia una configurazione la più semplice possibile. Queste condizioni limitano l'impiego delle cavità risonanti alle onde centimetriche; a frequenze inferiori (onde metriche) le cavità di questo tipo diventano troppo ingombranti. Gli AA. sono stati indotti a ricercare un artificio che permetta di ottenere una cavità, di piccolo ingombro, dalla quale si possa far variare la frequenza di risonanza, secondo una legge nota, su un intervallo di frequenza più ampio possibile e ciò per mezzo di una regolazione automatica facile da realizzare. Queste cavità risultano sostanzialmente costituite da un complesso di sezioni coassiali le cui ammettenze caratteristiche e le lunghezze rispettive stanno fra loro secondo certi rapporti opportunamente scelti: l'accordo si ottiene facendo variare la lunghezza della sezione coassiale più corta. Gli AA. svolgono la teoria di queste cavità e dimostrano che, per esse, la legge di accordo è sensibilmente lineare in funzione di $(1/f^2)$ e che i parametri meccanici di accordo sono assimilabili sia a una capacità regolabile, sia a una induttanza regolabile. Accennano anche a possibili impieghi di queste cavità per misure di proprietà magnetiche, per esperienze di risonanza paramagnetica nella gamma delle altissime frequenze e per misure in soluzioni acquose. N.

TRASFORMATORI

G. S. Brosan - D. O. Bishop — **Rapporto ottimo fra le perdite nel rame e nel ferro in un trasformatore con carico variabile.** (Proc. I.E.E., Londra, Parte C, marzo 1960, pag. 98 a 99). 39 b

Quando un trasformatore è caricato in modo da funzionare a rendimento massimo le perdite nel rame e nel ferro si equivalgono; il rendimento si riferisce ovviamente alla potenza resa in rapporto a quella assorbita. Lo stesso può dirsi della energia, purché la potenza resa sia costante. Nei casi più comuni la potenza è variabile ed il rendimento in energia va calcolato caso per caso, in forma approssimata, in funzione della potenza media erogata. Gli AA. suggeriscono un metodo per ottenere un rapporto ottimo più accurato nei casi nei quali la variazione del carico può essere stimata in anticipo. Le formule, opportunamente semplificate per sostituire le espressioni integrali con termini finiti, sono applicate al caso particolare d'un carico variabile sinusoidalmente; viene

dimostrata la possibilità d'aumentare del 0,5 % il rendimento in energia del trasformatore, ripartendo opportunamente le perdite fra il ferro ed il rame. La teoria non tiene conto della variazione di resistenza degli avvolgimenti del trasformatore per effetto della temperatura e della differenza di prezzo del ferro magnetico e del rame. Tuttavia conviene usare la nuova formula proposta per calcolare il rapporto ottimo fra le perdite nel rame e nel ferro, in funzione del diagramma di carico ammesso, anziché riferirsi come si fa solitamente ad un carico medio costante. Il risparmio in energia, in un tempo abbastanza lungo, può essere notevole, specialmente per grandi trasformatori e per un fattore di forma della curva di carico elevato. I.L.

A. Datscheff — **Determinazione delle perdite per correnti vorticosi di avvolgimenti a più strati, situati in campo magnetico alternato esterno.** (Elektrie, maggio 1960, pag. 177 a 180, con 6 fig.). 39 b

L'A. si è proposto di sviluppare un nomogramma, dal quale si possano determinare le perdite addizionali nel rame negli avvolgimenti di trasformatori, atto ad essere impiegato per i casi di campo magnetico alternato proprio ed esterno. Sono note diverse formule per il calcolo di tali perdite; l'A. esamina brevemente le premesse, in base alle quali tali formule sono state dedotte allo scopo di chiarire il lato fisico del problema. Per la soluzione di esso, l'A. parte dall'espressione relativa al rapporto di resistenza di una piastrina posta in una cava di lamierino. Viene esaminato particolarmente il caso, in cui gli avvolgimenti siano attraversati dalle linee di forza di un campo magnetico prodotto da un altro avvolgimento. Il nomogramma viene ricavato da formule approssimate: esso si applica specialmente per gli avvolgimenti di trasformatori di regolazione. Tl.

F. Früngel — **Trasformatore per l'ottenimento di impulsi ad alta tensione.** (E.T.Z. (A), 9 maggio 1960, pag. 355 a 360, con 8 fig.). 39 d

Per ottenere tensioni d'impulso per scopi di prova, si usa di solito lo schema di Marx; l'A. descrive invece un nuovo metodo per ottenere impulsi ad alta tensione per mezzo di adatto schema per trasformatori di questo tipo: esso presenta semplificazioni nel controllo del complesso di prova e specialmente nuove possibilità per ottenere molto elevate successioni di impulsi. Il procedimento è basato sull'effettuazione di scariche di condensatori nell'avvolgimento primario di un trasformatore ad impulsi: si ottengono allora alte tensioni di impulso con elevata potenza per qualsiasi frequenza nella successione degli impulsi. Viene descritto un impianto per impulsi singoli per 500 MV massimi e 5.000 pF di capacità ammissibile: la potenza di punta raggiunge così 180 MW. Un altro esempio riguarda un impianto a controllo elettronico, atto a fornire sino a 50.000 impulsi al secondo con qualsiasi numero di scariche: esso serve per ottenere impulsi ad alta tensione, sino a 250 kV, su oggetti di piccola capacità, cioè di circa 30 pF. Tl.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE

W. Hätscher — **Direttive per la costruzione di reti a bassa tensione.** (Elektrie, aprile 1960, pag. 138 a 144, con 8 fig.). 40 c

In base alle ricerche effettuate presso l'Istituto di Energetica di Lipsia, l'A. espone le direttive per la più opportuna conformazione delle reti locali a bassa tensione: a questo riguardo vengono esaminati i vantaggi e gli svantaggi e le possibilità di applicazione delle diverse conformazioni di reti. Per giungere a stabilire la forma più conveniente, anche dal lato economico, per la quale importanti sono il numero delle stazioni di trasformazione, la potenza dei trasformatori, le sezioni dei cavi, l'estensione della rete, si devono fare molte ricerche, ma, specialmente per reti a maglia, esse non si possono effettuare in modo completo col calcolo: occorre perciò ricorrere ad un modello di rete, per mezzo del quale si possono chiarire facilmente i singoli reciproci influssi delle diverse parti della rete. Le direttive esposte si prestano specialmente per le nuove costruzioni di reti, ma anche per la trasformazione di reti esistenti. Per tener conto poi eventualmente di particolari condizioni locali, occorre di volta in volta considerare nei singoli casi ulteriori parametri da introdurre nella progettazione. Tl.

H. Hientzsch — **Indicazioni elettriche di valori-limite e segnalazioni in impianti a prova di esplosione.** (Elektrie, aprile 1960, pag. 113 a 114, con 3 fig.). 40 v

Per dispositivi di trasmissione di dati di misura e di segnali, si sono sin qui usati strumenti a contatti e per impianti a prova di esplosione si sono impiegati dispositivi in esecuzione protetta, soprattutto contro pressioni del tipo (Ex)d. L'A. esamina quali possibilità si abbiano di adoperare invece dispositivi di contatto in esecuzione normale, perciò non del tipo protetto speciale, pur soddisfacendosi le prescrizioni di sicurezza. Invero per tali tipi di impianti mancano dispositivi di misura con contatti per valori-limite, che soddisfino alle prescrizioni. L'A. descrive un complesso a relè, con proprio circuito esterno con garanzia di sicurezza, che consente l'impiego di normali dispositivi di contatto del tipo protetto P43. Tale apparecchio offre vantaggi sensibili in impianti a prova di esplosione e consente quindi notevole riduzione di costo di tali installazioni. Tt.

G. Frey — **Risultati di nuove ricerche sull'autosicurezza di apparecchi e impianti elettrici.** (Elektrie, aprile 1960, pag. 115 a 120, con 6 fig.). 40 v

Nel quadro della progressiva automazione negli impianti di miniera e nell'industria chimica, è sorta la questione di stabilire per quali condizioni di circuiti si possono impiegare senza pericolo dispositivi normali, o con poche modifiche, per misure, comando o regolazione, in luogo dei tipi protetti contro esplosioni. Per rispondere a questa domanda furono effettuate prove nell'Istituto di Freiberg sulle condizioni per realizzare circuiti autosicuri e furono poi stabilite alcune direttive fondamentali per l'esecuzione di tali impianti e dispositivi. L'A. richiama le nozioni fisiche sull'argomento ed espone i criteri seguiti per le nuove ricerche. Viene poi descritto l'impianto di prova realizzato e ne viene indicato l'errore di misura; infine vengono esposti i risultati delle ricerche effettuate con diverse miscele esplosive. Vengono poi elencate le esigenze, che devono essere soddisfatte per i diversi tipi di apparecchi e impianti autosicuri: vengono considerate anche le condizioni di messa a terra. Viene poi ricordato che gli apparecchi rispondenti a tali condizioni devono essere contrassegnati dalla sigla (Ex); per le condutture e i morsetti autosicuri si raccomanda di adottare la colorazione azzurra, analogamente a quanto praticato all'estero a questo riguardo. Tt.

TRAZIONE E PROPULSIONE

I. I. Ivanov — **Prospettive della elettrificazione nell'URSS dal 1959 al 1965.** (Elektricesvto, n. 1, 1959, pag. 4 a 9). 41 a

Si dà uno sguardo ai lavori di elettrificazione ferroviaria in programma per i prossimi sei anni, lavori che coinvolgono oltre 20.000 km di linee. Dopo aver citato i principali tronchi interessati da tali lavori, si forniscono dati delle spese previste per le più importanti voci e si considerano le caratteristiche tecniche fondamentali. La linea di contatto sarà monofase a 25 kV e i locomotori avranno potenze di 4.200 e 5.600 kW. Si fa cenno anche alle apparecchiature di manovra e di protezione che sono state appositamente sviluppate per questo programma di elettrificazione e in particolare alla frenatura a ricupero, che sarà adottata su larga scala. Si danno pure particolari sui sistemi di controllo e di comando a distanza, per le cui apparecchiature verrà fatto impiego delle proprietà dei semiconduttori di potenza. Dalla linea monofase di alimentazione verranno alimentate anche le utenze e i servizi in prossimità delle linee ferroviarie stesse. Pa.

G. Mignon - P. Lamberts — **Le locomotive a ignitron-raddrizzatori tipo 2 300 del BCK.** (ACEC, 1960, n. 1, pag. 2 a 12, con 14 fig.). 41 e

La Compagnia delle ferrovie del Basso Congo Katanga ha intrapreso dal 1958 l'elettrificazione della linea di 130 km da Luena a Tenke. Le locomotive costruite per tale servizio hanno le seguenti caratteristiche meccaniche: lunghezza 15,5 m; distanza fra gli assi 3 m; peso in ordine di marcia 75 t; sforzo massimo all'avviamento 21,3 t; potenza 1.500 kW. Su ogni locomotiva sono installati un trasformatore e due blocchi di raddrizzatori. Il trasformatore è alimentato a 25 kV, 50 p/s dalla linea di contatto e i raddrizzatori convertono la corrente alternata in continua per alimentare i motori serie

di trazione. Gli AA. espongono un rapido riassunto della evoluzione della trazione elettrica mettendo in evidenza le caratteristiche rispettive del sistema a corrente monofase e a corrente continua. Le locomotive a raddrizzatori hanno dimostrato vantaggi all'avviamento in conseguenza dell'andamento delle loro caratteristiche velocità-sforzo. Sulle locomotive per il BCK è installato un trasformatore che alimenta i raddrizzatori a tensione costante e un autotrasformatore inserito fra la linea e la terra, con prese variabili per alimentare il trasformatore; un graduatore ad alta tensione effettua il passaggio da una presa all'altra, con 20 posizioni. Il trasformatore, da 2.045 kVA, 22.000/70 a 930 V, porta anche un avvolgimento da 150 kVA per alimentare gli ausiliari a 400 V. Ciascuno dei 4 motori da trazione è alimentato da un gruppo di 2 ignitron-raddrizzatori; il funzionamento di un motore è indipendente da quello degli altri. Gli ignitron possono erogare in regime continuo 800 A e sopportare 1.400 A per un minuto. I motori da trazione sono da 365 kW, a 550 V, 690 giri/min. Le locomotive sono dotate di freno reostatico con amplificatore magnetico. L'energia per i servizi ausiliari è fornita sotto forma di corrente monofase da un avvolgimento sul trasformatore ed è convertita in corrente trifase con un gruppo Arno da 110 kVA. N.

H. Zeffert — **Le installazioni elettriche dell'aeroplano Vickers Vanguard.** (Elec. Eng., dicembre 1959, pag. 1164 a 1167, con 7 fig.). 41 m

Il nuovo aeroplano a turbo-propulsione Vickers Vanguard entrerà in servizio di linea nel 1960. Esso comporta un impianto elettrico a 25 V, corrente continua, e una certa disponibilità di potenza a corrente alternata per particolari servizi. L'energia è generata a bordo da 6 alternatori autoeccitati a velocità variabile, da 50 kVA, ciò che porta la potenza totale installata a 300 kVA, la massima finora per un aeroplano. Gli alternatori sono comandati, attraverso riduttori a ingranaggi, dai motori dell'aereo. La corrente continua è ottenuta con 4 raddrizzatori al silicio da 500 A che alimentano una sbarra comune. Per le necessità riguardanti l'avviamento sono installate 6 batterie da 25 Ah, 24 V che servono anche come riserva di emergenza a corrente continua. Corrente alternata a frequenza costante è ottenuta con 3 invertitori rotanti da 3 kVA, due dei quali sono in generale in servizio e il terzo di riserva. Inoltre un invertitore da 400 kVA alimentato direttamente dalle sbarre della batteria serve come riserva di emergenza per i servizi radio. Particolari disposizioni permettono di eseguire la prova e la messa a punto delle varie apparecchiature mentre l'aeroplano è fermo a terra, senza dover mantenere in esercizio i motori principali. Gli AA. si diffondono a descrivere i dispositivi di protezione e di emergenza adottati per assicurare, in qualsiasi prevedibile circostanza, la disponibilità di corrente continua e alternata. Per l'illuminazione delle cabine dei passeggeri è stato studiato uno speciale dispositivo a transistori per l'alimentazione delle lampade fluorescenti. Tutti i comandi e le manovre sono affidati al pilota che dispone di un quadro studiato con particolare cura per riuscire chiaro e semplice. Tutte le installazioni elettriche di bordo sono state studiate in modo da rendere facile la sorveglianza e la manutenzione. N.

VARIE

W. Tetzel — **La Comunità Economica Europea in relazione coi problemi dell'industria elettrica.** (E.T.Z. (B), 30 maggio 1960, pag. 269 a 271). 42

La Comunità Economica Europea tra Italia, Francia, Germania e i Paesi del Benelux, prevede che, entro 12 anni, a partire dal 1957, dovranno essere soppressi le barriere doganali tra i Paesi contraenti; verso gli altri Paesi verranno introdotte gradualmente comuni tariffe doganali. Diverse funzioni dei parlamenti nazionali verranno trasferite agli organi della Comunità. Compito degli elettrotecnici, nel quadro della suddetta organizzazione, sarà quello di adeguare le Norme dei diversi Paesi contraenti alle Prescrizioni e Raccomandazioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale. Tt.

Per il cambio di indirizzo inviare L. 150 unitamente alla fascetta vecchia